This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

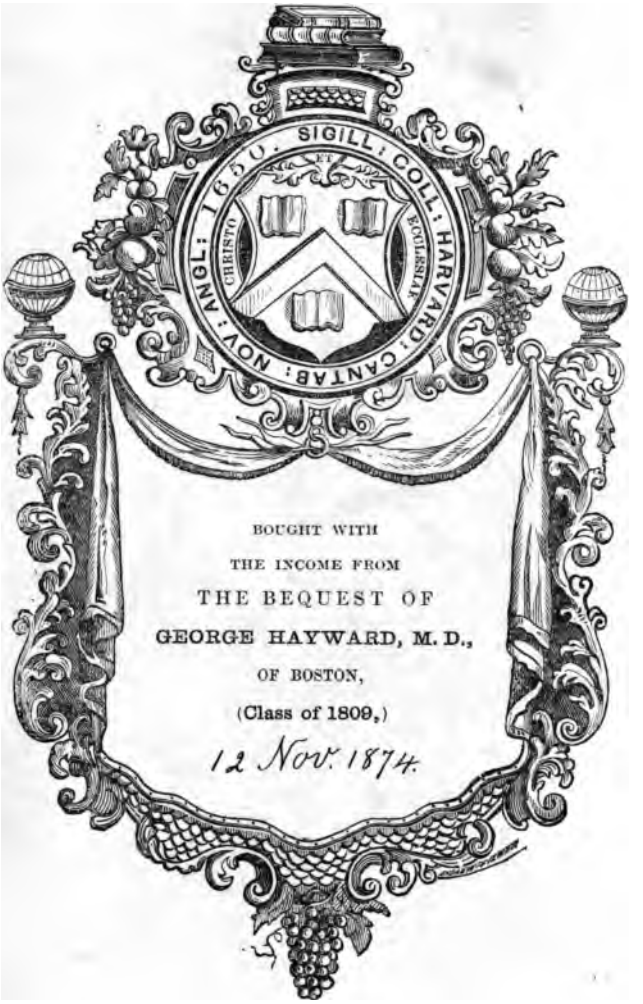
+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

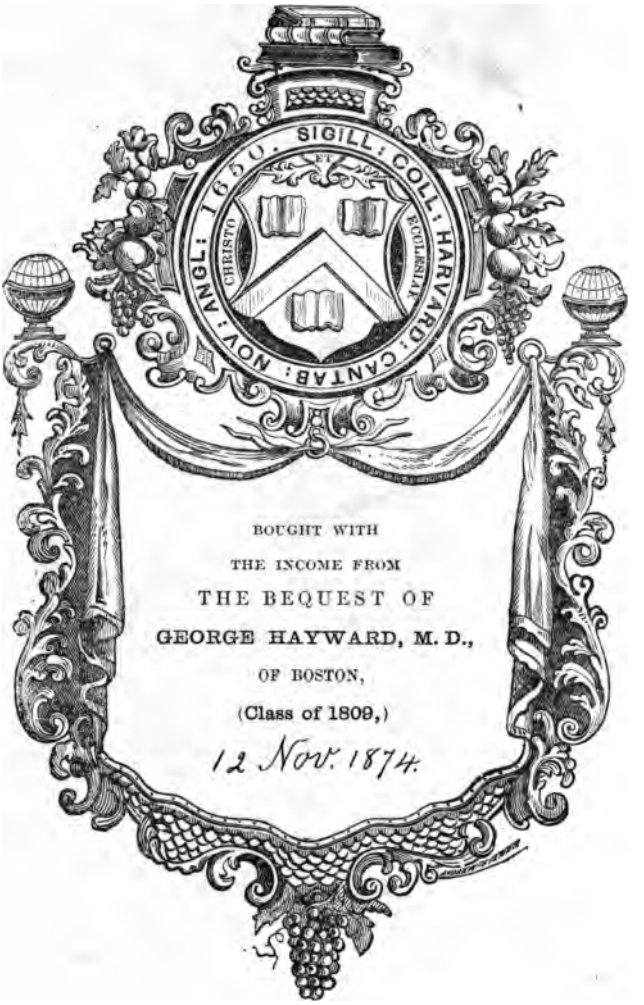
KF
24201
NEDL TRANSFER
HN 4NQ5 C

KF 24201



BOUGHT WITH
THE INCOME FROM
THE BEQUEST OF
GEORGE HAYWARD, M. D.,
OF BOSTON,
(Class of 1809,)
12 Nov. 1874.

KF 24201



BOUGHT WITH
THE INCOME FROM
THE BEQUEST OF
GEORGE HAYWARD, M. D.,
OF BOSTON,
(Class of 1809,)
12 Nov. 1874.

Mikroskopische

Physiographie

der

petrographisch wichtigen Mineralien.

Ein Hülfsbuch

bei mikroskopischen Gesteinsstudien

von

H. Rosenbusch.

Mit 102 Holzschnitten und 10 Tafeln in Farbendruck.

STUTTGART.
E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung (E. Koch).
1873.

Das Übersetzungsrecht in fremde Sprachen behalten sich Verfasser und Verleger vor.

Vorwort.

Als in den letzten Decennien das Mikroskop, dem die übrigen beschreibenden Naturwissenschaften wesentlich ihre glückliche Entwicklung verdanken, immer mehr auch bei dem Studium der Mineralien und Gesteine verwendet wurde, waren es besonders die dunkleren Gebiete der Petrographie, die mineralische Zusammensetzung der kryptomeren Gesteine, deren Erforschung man mikroskopisch anstrebte. Zuerst erprobt an den Untersuchungen über Krystallstructur und Krystallgenese, erwartete man von diesem Instrumente auch sofort eine Aufklärung über die verwickelten Verhältnisse und über die Natur der Mineralgemenge. Selbst seit längeren Jahren mit dahin einschlagenden Arbeiten beschäftigt, hatte ich oft Gelegenheit zu fühlen, wie unsicher und schwankend hier der Boden sei, auf dem man arbeitete und baute, und mit immer wachsender Unwiderstehlichkeit drängte sich mir die Ueberzeugung auf, dass ein wahrhaft nutzbringendes mikroskopisches Studium der Gesteine erst dann möglich sei, wenn man eine mikroskopische Diagnose derjenigen Mineralien geschaffen habe, welche gesteinsbildend auftreten. Wenn ich nun die Resultate fremder und anhaltender eigner Arbeiten nach dieser Richtung der Oeffentlichkeit übergebe, so hoffe ich damit einen nicht ganz unwillkommenen Beitrag zur Förderung mikroskopischer Gesteinsstudien zu liefern.

Ich hatte bei Abfassung dieser Arbeit besonders den Zweck im Auge, den studirenden jüngeren Mineralogen einen Leitfaden in die Hand zu geben, mit dessen Hülfe sie sich rascher auf dem Gebiete der mineralogischen Mikroskopie heimisch machen könnten. Der allgemeine Theil des Buches soll sie mit den Methoden mikroskopischer Forschungen bekannt machen, der specielle ihnen ein möglichst klares und genaues Bild der für die Petrographie der krystallinischen Gesteine wichtigen Species geben.

Wenn ich im allgemeinen Theile bei der Besprechung der optischen Verhältnisse etwas mehr ins Einzelne gegangen bin und Manches geglaubt habe erwähnen zu müssen, was in jedem Lehrbuche der Optik zu finden ist, so bewog mich dazu die hervorragende Bedeutung gerade der optischen Eigenschaften für die Erkennung der Mineralien unter dem Mikroskope und die oft gemachte Erfahrung, wie sehr dieselben von den Studirenden zu ihrem eigenen grössten Schaden vernachlässigt werden. Allenthalben, wo es nöthig schien, habe ich die besprochenen Verhältnisse durch schematische Zeichnungen zu erläutern gesucht; dieselben sollen nur die Anschauung erleichtern und machen auf strenge Winkelgenauigkeit keinen Anspruch. — Die ganze Anlage und der Zweck des Buches, welches ja kein Lehrbuch der Mineral-Optik sein soll, dürften es wohl hinreichend erklären, dass nicht eine strengere Form für die Besprechung dieser Verhältnisse gewählt wurde. Aehnliche pädagogische Erwägungen leiteten mich auch, wenn ich z. B. die Erläuterung der optischen Erscheinungen in dünnen, doppeltbrechenden Minerallamellen im polarisirten Lichte der Erklärung der gleichen Phänomene in dickeren Krystallplatten vorausgehen liess, obwohl ja die im ersten Fall auftretenden Farben nur der centrale Theil des Bildes sind, welches wir im zweiten Fall erhalten.

Aus der reichlichen Benutzung fremder Arbeiten wird mir um so weniger ein Vorwurf erwachsen können, als ich die Resultate derselben, wo es mir nur irgend möglich war, stets an eigenhändig gefertigten Präparaten geprüft habe. Die wenigen Fälle, wo das nicht geschehen konnte, wird man beim Lesen des Textes leicht herausfinden.

Ich war lange schwankend, ob nicht auch ein Abschnitt über die Technik des Mikroskopes hätte aufgenommen werden sollen; schliesslich war der Umstand entscheidend, dass ein solcher, wenn er nutzbringend sein sollte, das Buch unverhältnissmässig vergrössert und also vertheuert haben würde. Hierfür muss demnach auf die einschlägigen Werke, besonders das von HARTING, verwiesen werden.

Nach meinen Erfahrungen wird der Werth mikroskopischer Beschreibungen wesentlich durch bildliche Darstellung erhöht; es war daher mein Bestreben, diese in möglichster Reichhaltigkeit, theils als Holzschnitte im Text, theils in den Farbentafeln zu geben. Dass bei den ersteren manche fremde Zeichnung mit Angabe der Quelle benutzt wurde, bedarf wohl keiner Entschuldigung. Bei Anfertigung der Tafeln, auf denen sich nur eigene Zeichnungen finden, habe ich mit Fernhal-

tung Alles dessen, was man Schematisirung derselben nennen könnte, stets eine absolut objective Wiedergabe des mikroskopischen Bildes angestrebt. — Dass auf den Farbentafeln die Mineralien der späteren Systeme gegenüber den amorphen und regulären etwas stiefmütterlich behandelt worden sind, hat seinen Grund darin, dass ursprünglich mehr Tafeln in Aussicht genommen waren. Doch beliefen sich die Kosten für Anfertigung derselben so hoch, dass ihre Zahl auf 10 beschränkt werden musste, wenn nicht allzu weit über das billige Maass hinausgehende Anforderungen an die dankbar anzuerkennende Opferwilligkeit des Herrn Verlegers gestellt werden sollten. — Von den Zeichnungen solcher mikroskopischer Verhältnisse, die schon in leicht zugänglichen Specialarbeiten eine graphische Darstellung gefunden hatten, konnte Abstand genommen werden. Ferner wurde darauf gesehen, solches Material als Object zu den Zeichnungen zu wählen, welches unschwer für Jeden zu beschaffen ist, damit der Lernende an selbstangefertigten Präparaten nach Anleitung des Buches seine Beobachtungen und Studien machen könne. Denn das muss man nicht vergessen: mit dem blossen Lesen und Studiren ist es nicht gethan; — wer mikroskopische Mineralogie lernen will, muss an den Schleiftisch und an das Mikroskop.

Die genaue und gewissenhafte Angabe der Literatur bei jedem Gegenstande, sowie die Zusammenstellung derselben am Schlusse des Buches, dürfte auch dem Fachmann nicht ganz unwillkommen sein und ist besonders darauf berechnet, dem Anfänger Gelegenheit zu geben, sich in die historische Entwicklung der Wissenschaft einzuleben. Eine eingehende Kenntniss der Geschichte der Wissenschaft scheint mir durchaus nothwendig, um den organischen Zusammenhang des Individuums mit der Gesammtheit herzustellen, durch welchen allein die fördernde Einheit und das klare Bewusstsein der anzustrebenden Ziele in die wissenschaftliche Entwicklung kommt. Ferner aber kann nur durch die historische Kenntniss seiner Wissenschaft jedem Studirenden das Seiende als ein Gewordenes erscheinen und ihn erkennen lassen, wie

Alles sich zum Ganzen webt,
Eins in dem Andern wirkt und lebt.

Sollte hie und da eine nennenswerthe Arbeit unerwähnt geblieben sein, so bitte ich das im Hinblick darauf zu entschuldigen, dass ja dem Einzelnen nicht alle Bücher und alle Zeitschriften zugänglich

sind. Für Belehrung und Unterstützung in dieser Richtung würde ich in ganz besonderem Grade dankbar sein.

Im Ganzen und Grossen glaube ich, gestützt auf die Erfahrungen, die ich im akademischen Vortrage des Gegenstandes dieses Buches zu sammeln Gelegenheit hatte, einen nicht durchaus falschen Weg eingeschlagen zu haben, bescheide mich aber gern gegenüber dem Urtheil erfahrenerer Forscher, deren sachliche Kritik mir in hohem Grade willkommen sein wird.

Trotz aller angewandten Sorgfalt sind im Text einige Druckfehler stehen geblieben, deren Verzeichniss angeheftet ist und die ich zu corrigiren bitte.

Schliesslich fühle ich mich gedrungen, meinem Freunde, Herrn Professor H. Fischer in Freiburg, den aufrichtigsten Dank für die unermüdliche Bereitwilligkeit auszusprechen, womit er durch die Erlaubniss zur Benutzung des akademischen Cabinets, seiner Privatbibliothek und seiner reichen Sammlung mikroskopischer Präparate meine Arbeit freundlichst gefördert hat.

Freiburg i. B. im Mai 1873.

H. Rosenbusch.

Inhalt.

Seite

Allgemeiner Theil . . . . . 1—111

Definition 1

Historische Einleitung . . . . . 1—5

Herstellung des Beobachtungsmaterials. . . . . 5—10

I. Morphologische Eigenschaften . . . . . 10—55

1) Krystalle und Krystalldurchschnitte; Messung derselben; Mikroskopische Winkelmessung; Ocularmikrometer . . . . . 10—13

2) Anomalieen der Krystallbildung unter dem Mikroskope 13—46

a) Aeussere in der Gestalt: Wachsthumsformen; parallele Aggregirung kleinerer Individuen zu einem grösseren; Zerbrechungen; Zerquetschungen . . . . . 13—18

b) Innere in der Homogeneität; Discontinuitäten der homogenen Krystallsubstanz; concentrische Schalenstructur; eigentliche Discontinuitäten; Interpositionen; Luft- und Gasporen; Mikrolithe; Trichite; Glaseinschlüsse; Schlackeneinschlüsse; Anordnung der Interpositionen; Flüssigkeitseinschlüsse; Volumverhältniss von Libelle zu Fluidum; Sorby's Methode zur Berechnung des Druckes, unter welchem die Flüssigkeiten eingeschlossen wurden; chemische Natur der eingeschlossenen Flüssigkeiten und Gase; Untersuchungsmethoden von Davy, Brewster, Vogelsang; Einschlüsse von zwei sich nicht mengenden Flüssigkeiten; Krystalle in Flüssigkeitseinschlüssen . . . . . 18—46

3) Zwillinge; optische Erkennung derselben . . . . . 46—49

4) Morphologie der Aggregate; Structur derselben; Aggregatpolarisation; Interferenzkreuze divergent-strahliger Aggregate; Aggregate als primäre oder secundäre Pseudokrystalle . . . 50—53

5) Morphologie der amorphen Körper; Fluidalstructur der Masse und molekulare Fluidalstructur; Spannungserscheinungen 53—54

II. Physische Eigenschaften . . . . . 55—107

Optische Eigenschaften im Allgemeinen. Brechung des Lichtes; Brechungsexponent; Grenzwinkel; Totalreflexion; Dispersion; Polarisation des Lichtes durch Reflexion: Brewster'scher Polarisationswinkel; Doppelbrechung des Lichtes; optische Axen; Elasticitätsaxen; optische Hauptschnitte; Charakter der

Seite

Doppelbrechung in optisch einaxigen Krystallen; optische Charakteristik des rhombischen, klinorhombischen und triklinen Krystallsystemes; Einfluss von Druck und Temperatur auf die Doppelbrechung; optische Anomalieen . . . . . 55—67

Untersuchung im polarisirten Lichte . . . . . 67—107

a) Polarisationsinstrumente; Turmalinzange; das Cosinus-Gesetz; Nicol'sche Calcitprismen; Polarisationsmikroskop . . . . 67—71

b) Dünne Blättchen isotroper Körper im polarisirten Lichte; Lamellarpolarisation; Ursachen und Erklärung derselben . . . . 71—74

Dünne Blättchen anisotroper Körper im polarisirten Lichte; Interferenzfarben derselben; Recapitulation . . . . . 74—82

c) Stauroskopische Untersuchung. Das v. Kobell'sche Stauroskop; die Brezina'sche Doppelplatte; Verhalten der Mineralien der verschiedenen Krystallsysteme im Stauroskop; Stauromikroskop 82—86

d) Interferenzfiguren in Krystallplatten; Nörremberg'scher Polarisationsapparat; Groth'sches Instrument; Erklärung der Interferenzfigur in einaxigen Krystallplatten; Interferenzfiguren optisch zweiaxiger Krystallplatten bei Normalschnitten zu einer optischen Axe; Interferenzfiguren der optisch-zweiaxigen Krystallplatten bei Normalschnitten zu der Bissectrix im rhombischen, klinorhombischen und triklinen Systeme; Bestimmung des Charakters der Doppelbrechung in einaxigen und zweiaxigen Krystallen durch das $^1/_4$ Undulationsglimmerblättchen und die Quarz-Compensationsplatte; epoptische Figuren . . . . . 86—98

e) Circularpolarisation; Interferenzfigur des Quarzes; Airy'sche Spiralen . . . . . 98—102

f) Absorption des Lichtes in doppeltbrechenden Krystallen; Flächen- und Axenfarben in einaxigen Krystallen; Haidinger's Dichroskop; Flächen- und Axenfarben in optisch-zweiaxigen Krystallen; Tschermak's Methode der Prüfung auf Pleochroismus im Polarisationsmikroskop; Dove's Methode zur Bestimmung der Doppelbrechung in Glimmern vermittelst der Absorption . . . 102—107

III. **Chemische Eigenschaften.** Qualitative chemische Bestimmungen unter dem Mikroskope am Mineralpulver und am Dünnschliff; Krystallisationen in den Löthrohrperlen; Aetzfiguren . 107—111

Specieller Theil . . . . . 112—379

Einleitung; Classification der Mineralien; optischer Schlüssel zu den Mineralien . . . . . 112—117

Amorphe Körper; Eintheilung in hyaline und porodine; vulkanische Gläser; Obsidian; Bimsstein; Perlstein; Pechstein; Hyalomelan; Tachylyt; Palagonit; Sideromelan; glasige Grundmasse in den Gesteinen; — Opal und Hyalit . . . . . 117—154

Mineralien des regulären Krystallsystemes; optische Charakteristik derselben; Magnetit; Chromit; Spinell; Granat; Schorlomit; Analcim; Sodalith; Hauyn; Nosean; Ittnerit und Skolopsit; Pyrit . . . . . 155—184

Seite

Mineralien des quadratischen Systemes; optische Charakteristik derselben; Rutil; Anatas; Zirkon; Leucit; Mejonit; Skapolith; Couseranit; Dipyr; (Frucht-, Fleck- und Garbenschiefer; Spilosite); Melilith; Apophyllit . . . . . 185—209

Mineralien des hexagonalen Krystallsystemes; optische Charakteristik derselben; Graphit; Hämatit; Titaneisenerz; Smirgel; Pyrrhotin; Calcit; Apatit; Quarz; Tridymit; Nephelin; Liebenerit; Gieseckit; Cancrinit; Eudialyt; Eukolit; Turmalin; Biotit; Chlorit; Pennin . . . . . 210—242

Mineralien des rhombischen Krystallsystemes; optische Charakteristik derselben; Andalusit; Chiastolith; Sillimanit; Staurolith; Enstatit und Bronzit; Hypersthen; Bastit; Anthophyllit; Olivin; Zoisit; Cordierit und die Umwandlungsproducte desselben; Talk; Muscovit; Lithionglimmer; Phlogopit; Margarit; Astrophyllit; Prehnit 243—286

Mineralien des klinorhombischen Krystallsystemes; optische Charakteristik derselben; Augit; Omphacit; Malakolith; Chromdiopsid; Diopsid; Kokkolith; Hedenbergit; Pyrallolith; Pikrophyll; Akmit; Aegirin; Diallag; Aktinolith; Hornblende; Arfvedsonit; Smaragdit; Uralit; Sanidin; Orthoklas; Barytorthoklas; Amazonenstein; Mikroklin; Mondstein; Adular; Epidot; Orthit; Titanit; Ottrelith; Glaukophan; Heulandit . . . . . 287—343

Mineralien des klinorhomboidischen Krystallsystemes; optische Charakteristik derselben; Disthen; trikline Feldspathe; Albit; Oligoklas; Labradorit; Saussurit; Sonnenstein; farbenwandelnder Labradorit; Bytownit; Amphodelit; Latrobit; Indianit; Rosellan; Polyargit; Pyrrholith; Saccharit; Axinit . . . . . 344—367

Homogene krystallinische Aggregate; optische Charakteristik derselben; Achat; Serpentin; Metaxit; Chrysotil; Hydrophit; Pikrolith; Marmolith; Retinalith; Jenkinsit; Vorhauserit; Pikrosmin; Williamsit; Dermatin; Schweitzerit; Antigorit; Thermophyllit; Kaolin; Delessit; Grengesit; Chlorophaeit; Paragonit; Sericit; Nephrit 368—379

Literatur-Nachweis . . . . . 380—395

Register . . . . . 396—398

Verzeichniss der Tafeln . . . . . 399—400

Verzeichniss der Abbildungen auf den Tafeln.

Tafel I.	Fig.	1.	Obsidian von Island	Vergrösserung	110
	„	2.	Obsidian von den Liparen	„	150
	„	3.	Obsidian von Grönland	„	700
	„	4.	Obsidian von Mexico (die obere Hälfte) und von Isle de la Réunion (die untere Hälfte)	„	150
	„	5.	Bimsstein von den Liparen	„	150
	„	6.	Perlit von Telkibanya	„	75
Tafel II.	Fig.	7.	Perlit von Telkibanya	„	700
	„	8.	Perlit von Arran	„	150
	„	9.	Perlit von Arran	„	700
	„	10.	Pechstein von Cattajo	„	150
	„	11.	Pechstein von St. Wendel	„	150
	„	12.	Pechstein von Meissen	„	150
Tafel III.	Fig.	13.	Hyalomelan von Mainzer Eichen . .	„	150
	„	14.	Tachylyt von Bobenhausen	„	700
	„	15.	Tachylyt von Czernoschin	„	150
	„	16.	Hydrotachylyt vom Rossberge . . .	„	150
	„	17.	Palagonit von Seljadalr	„	75
	„	18.	Sideromelan von Hammersfjord . . .	„	300
Tafel IV.	Fig.	19.	Granat in Eklogit von der Saualpe .	„	25
	„	20.	Melanit aus Leucitophyr von Rothweil (mit Augit und Nephelin)	„	75
	„	21.	Sodalith von der Somma	„	150
	„	22.	Sodalith von Kangerdluarsuk	„	150
	„	23.	Sodalith von Kangerdluarsuk	„	700
	„	24.	Hauyn vom Laacher See	„	150
Tafel V.	Fig.	25.	Hauyn von Niedermendig	„	700
	„	26.	Hauyn von Melfi	„	150
	„	27.	Nosean aus Nephelinit vom Katzenbuckel	„	150
	„	28.	Nosean vom Engler Kopf	„	700
	„	29.	Nosean aus dem Nosean-Melanit-Gestein vom Perlerkopf	„	150
	„	30.	Leucit vom Gänsehals	„	300

Tafel VI.	Fig. 31.	Leucit vom Vesuv (Nicols gekreuzt) .	Vergrösserung 300
	„ 32.	Dipyr von Angoumer	„ 75
	„ 33.	Melilith von Capo di Bove (eingewachsen)	„ 150
	„ 34.	Melilith von Capo di Bove (derbe aufgewachsen)	„ 150
	„ 35.	Eisenglanz aus Sonnenstein von Twedestrand	„ 75
	„ 36.	Quarz aus Porphyr von Schriesheim (Nicols gekreuzt)	„ 150
Tafel VII.	Fig. 37.	Nephelin aus Noseanphonolith (Hannebach?)	„ 500
	„ 38.	Nephelin vom Katzenbuckel (mit Hauyn und Apatit)	„ 75
	„ 39.	Nephelin vom Katzenbuckel (mit Augit, Augitmikrolithen, Nosean u. Magnetit)	„ 180
	„ 40.	Biotit aus Granit von Schlierbach bei Heidelberg (mit Polarisator, ohne Analysator)	„ 75
	„ 41.	Chiastolith aus Spanien	„ 25
	„ 42.	Chiastolith von Gefrees	„ 25
Tafel VIII.	Fig. 43.	Staurolith von Cheronico	„ 75
	„ 44.	Enstatit aus Olivinfels vom Ultenthal	„ 150
	„ 45.	Bronzit von Kupferberg	„ 75
	„ 46.	Hypersthen von der Paulsinsel . . .	„ 150
	„ 47.	Bastit von der Baste	„ 150
	„ 48.	Anthophyllit von Bodenmais	„ 150
Tafel IX.	Fig. 49.	Olivin mit Augit und Magnetit aus Nephelinbasalt vom Mahlberge in Breisgau	„ 150
	„ 50.	Olivin in Serpentin umgewandelt, mit Bastit aus dem Forellenstein v. Volpersdorf	„ 150
	„ 51.	Augit aus Noseanphonolith vom Horberig am Kaiserstuhl	„ 150
	„ 52.	Diallag aus Gabbro von Volpersdorf .	„ 150
	„ 53.	Hornblende mit Sanidin aus Trachyt von Ungarn (Nicols gekreuzt; nur die Hornblende wurde bei abgenommenem Analysator gezeichnet)	„ 75
	„ 54.	Uralit aus grünem Schiefer von Miask (mit Polarisator, ohne Analysator)	„ 150
Tafel X.	Fig. 55.	Sanidin mit Hornblende aus Phonolith vom Hohentwiel	„ 150
	„ 56.	Amazonenstein (?) von Mursinsk (in polarisirtem Lichte)	„ 75
	„ 57.	Plagioklas aus Augit-Andesit von Widodarin. Java (in polarisirtem Lichte)	„ 75
	„ 58.	Labrador aus Gabbro von Volpersdorf	„ 150
	„ 59.	Serpentin von Schweidnitz	„ 150
	„ 60.	Serpentin von Kupferberg	„ 150

Mikroskopische Physiographie der gesteinsbildenden Mineralien.

Die mikroskopische Physiographie der gesteinsbildenden Mineralien stellt sich die Aufgabe, die Kennzeichen anzugeben, vermittelst welcher wir die genannten Mineralien im Dünnschliffe bei durchfallendem Lichte unter dem Mikroskope ihrer Species nach bestimmen können.

Sie zerfällt in zwei Theile: einen allgemeinen, worin die Methoden untersucht werden, nach welchen wir die drei grossen Classen der morphologischen, physikalischen und chemischen Eigenschaften der Mineralien auch der mikroskopischen Diagnose dienstbar machen können; — und einen speciellen, angewandten, welcher die eigentliche Beschreibung der Mineralspecies, wie sie sich unter dem Mikroskop darstellen, enthält.

Historische Einleitung.

Literatur.

Fr. von Kobell, Geschichte der Mineralien. München 1864.

C. M. Marx, Geschichte der Krystallkunde. Carlsruhe und Baden 1825.

H. Fischer, Chronologischer Ueberblick über die allmälige Einführung der Mikroskopie in das Studium der Mineralogie, Petrographie und Palaeontologie. Freiburg i. Br. 1868.

A. Boué, Ueber die mikroskopische Untersuchung der Gebirgsarten mit Hülfe ihrer mechanischen Zerreibung, partiellen Schleifung und Aetzung. Sitzber. der K. K. Akadem. Wien. Bd. 47, Abthlg. 2, p. 457. 1863.

Ferdinand Zirkel, Lehrbuch der Petrographie. Bonn 1866.

Ferdinand Zirkel, Mikroskopische Gesteinsstudien. Sitzber. der K. K. Akadem. Wien. Bd. 47. Abth. 1. 226—270. 1863.

Schon im 17. Jahrhundert, bald nach der Erfindung des zusammengesetzten Mikroskops, begannen einzelne Forscher, dasselbe zu dem Studium der Eigenschaften anorganischer Körper zu verwenden. Bei der niedrigen Stufe der Entwicklung, auf welcher sich die Mineralogie jener Zeit befand, kann es nicht verwundern, wenn es nur wenige Mineralien, und unter ihnen besonders die Edelsteine waren, welche

zu Beobachtungen Veranlassung gaben. Auffallende Einschlüsse, welche sich in den genannten, mehr oder weniger durchsichtigen Mineralkörpern leicht verrathen; — mangelnde Homogeneität, die sich in Trübungen kundgiebt, veranlassten Rorert Boyle zu mikroskopischen Untersuchungen. Daneben sind es die wunderbaren Vorgänge bei der Bildung der Krystalle, welche ja auch noch in unserer Zeit in so hohem Grade das Interesse der Mineralogen in Anspruch nehmen, sowie die feineren Structurverhältnisse derselben, die Anton van Leeuwenhoek durch das Mikroskop zu ergründen suchte.

Wenn trotz dieser Anfänge das Mikroskop sich nicht sofort in der Mineralogie einbürgerte und fortan neben Löthrohr und Goniometer seinen Platz behauptete, so liegt der Grund für eine solche Ausserachtlassung desselben wohl zum grossen Theil in der Schwierigkeit, sich geeignete Präparate von Mineralkörpern herzustellen. Der geringe Grad von Durchsichtigkeit der meisten Mineralien, ihre nicht unbedeutende Härte, welche einen leichten Schnitt nicht erlaubte, mussten von dieser Art der Untersuchung abschrecken. Dennoch schliefen die mikroskopischen mineralogischen Studien keineswegs ganz im 18. Jahrhundert ein. So haben wir z. B. aus den 60er und 70er Jahren desselben bezügliche Studien über die Krystallstructur und Krystallgenese von M. F. Ledermüller in Deutschland und von H. Baker in England. Ja am Schlusse des Jahrhunderts übertrugen Dolomieu und Fleuriau von Bellevue die mikroskopische Methode auf die Untersuchung der kryptomeren Gesteine, welche sie zu diesem Behufe einer mechanischen Zerreibung unterwarfen. D'Aubenton, welcher die dendritischen Bildungen in Mineralien mikroskopisch untersuchte, bediente sich zur Messung derselben (1782) bereits eines Mikrometers.

In Frankreich wurde die Untersuchung eines gröblich zerkleinerten Mineral- oder Gesteinspulvers mit dem Mikroskope nach vorausgegangener Scheidung der Mineralgemengtheile durch einen Schlämmprocess und mit nachfolgender chemischer Behandlung durch Cordier (1815) bedeutend vervollkommnet und mit grossem Erfolge angewandt; und diese Methode scheint in Frankreich bis zum heutigen Tage mit Vorliebe verwerthet zu werden.

Dagegen stellte C. A. Gerhard, in welchem Fischer* den anonymen Verfasser einer Abhandlung „Entdeckung einer dem Kreuzstein wesentlichen Entstehungsart der Kreuzfigur“ vom Jahre 1780 erkannte,

---

* H. Fischer. Kritische, mikroskopisch-mineralogische Studien. Freiburg i. Br. 1871. 1te Fortsetzung p. 62.

zuerst dünne Durchschnitte her, um die Structurverhältnisse des Chiastolith zu erforschen. Da aber die Durchschnitte GERHARDS nicht zur Untersuchung im durchfallenden Lichte bestimmt waren, so bleibt dem Engländer WILLIAM NICOL, dem Erfinder des nach ihm benannten Calcitprisma's, der Ruhm, zuerst eine Methode zur Herstellung von eigentlichen Dünnschliffen behufs Untersuchung im durchfallenden Lichte angegeben zu haben. Dieselbe wurde von WITHAM in seinen „Observations on fossil vegetables. Edinburgh and London 1831" mitgetheilt.

Eine mächtige Förderung fanden die mikroskopischen Mineralstudien besonders auf dem Gebiete der Krystallstructur durch eine Reihe wichtiger Arbeiten von Sir DAVID BREWSTER, welche in dem Zeitraum von 1813 bis 1845 erschienen. Neben den Structurverhältnissen der Mineralien in ihren Beziehungen zu den optischen Erscheinungen zogen ganz besonders die Flüssigkeitseinschlüsse derselben seine Aufmerksamkeit an. Die grosse Bedeutung derselben für die Anschauungen über Mineralbildung entging BREWSTER keineswegs und er zog aus seinen Beobachtungen am Topas, Beryll, Smaragd etc. die weitgehendsten Schlüsse. Ebenso betheiligten sich in England WILLIAM NICOL und HUMPHREY DAVY lebhaftest an solchen Studien. BREWSTER bereicherte aber nicht nur die Wissenschaft durch specielle Untersuchungen, sondern förderte sie auch ganz besonders durch die Angabe neuer Methoden und neuer Instrumente; so zeigte er die Vortheile der Beobachtung im polarisirten Lichte für gewisse Fälle und gab ein Mittel zur Messung von Krystallwinkeln unter dem Mikroskope an.

Auch in Deutschland fand gleichzeitig das Mikroskop immer weitere Verwendung bei mineralogischen Untersuchungen. So beschäftigte sich C. G. EHRENBERG neben seinen epochemachenden Arbeiten über den organischen Ursprung mancher Mineralkörper auch mit mikroskopischen Untersuchungen über Krystallgenese und Krystallstructur; ein Gebiet, auf welchem noch besonders die Arbeiten von H. F. LINK und FRANKENHEIM hervorzuheben sind. Ueber die Krystallisationsanfänge in glasig erstarrten Schmelzflüssen machte SPLITGERBER mikroskopische Forschungen, während wir G. ROSE, TH. SCHEERER, G. JENZSCH, A. KNOP und G. VOM RATH, DEITERS u. A. eine Reihe höchst wichtiger mikroskopischer Untersuchungen an natürlich vorkommenden Mineralien und Gesteinen verdanken.

Immerhin aber wurde bis zu diesem Zeitpunkte das Mikroskop nur gelegentlich zu mineralogischen Forschungen verwendet; meistens waren es abnorme Erscheinungen an den Mineralien, welche man

so studirte, wenngleich ein grosser Theil dieser scheinbaren Abnormitäten wegen stehender Wiederholung unter gleichen Verhältnissen uns heute durchaus normal erscheinen muss. Eine systematische Verwendung des Mikroskopes wurde erst ermöglicht durch die Arbeiten von HENRY CLIFTON SORBY, zumal durch dessen Abhandlung „On the microscopical structure of crystals, indicating the origin of minerals and rocks" Quart. Journ. of the geol. soc. London. Nov. 1858, vol. XIV. 453—500. — In Deutschland war es besonders FERDINAND ZIRKEL, dessen „Mikroskopische Gesteinsstudien" Sitzber. der K. K. Akad. Wien, vol. 47, Abth. 1. 226—270. 1863, für die bleibende Einführung des Mikroskopes in die mineralogischen Disciplinen von hoher Bedeutung wurden. In rascher Folge veröffentlichte dieser hochverdiente Forscher eine Reihe von bedeutungsvollen Arbeiten über mannigfache Gesteinsfamilien und Mineralspecies. Mit gleichem Erfolge wandte sich HERMANN VOGELSANG dem mikroskopischen Studium zu. In einer Abhandlung „Ueber die mikroskopische Structur der Schlacken und über die Beziehung der Mikrostructur zur Genesis der krystallinischen Gesteine." Pogg. Ann. XXI. 1864. 101—124, studirte er die Vorgänge bei der Erstarrung eines schmelzflüssigen Gesteinsmagmas; später theilte er in seiner „Philosophie der Geologie", Bonn 1867, einen reichen Schatz mikroskopischer Beobachtungen mit. Neuerdings veröffentlichte er eine Reihe Untersuchungen über die ersten Anfänge der krystallinischen Molekulargruppirungen, über die Ursachen des Farbenschillers beim Labrador und über die chemische Natur der in Mineralien eingeschlossenen Flüssigkeiten, welche die bedeutendsten Resultate ergeben haben. Die ausserordentlichen Erfolge der mikroskopischen Methode haben ihr rasch eine grosse Anzahl von Anhängern verschafft, deren fleissige und scharfsinnige Arbeiten schon heute nach manchen Seiten hin überraschende Aufklärungen gegeben haben. Unter diesen sind ganz besonders H. FISCHER, A. VON LASAULX, A. SCHRAUF, G. TSCHERMAK, KENNGOTT, FR. SANDBERGER, CH. E. WEISS, H. LASPEYRES, H. BEHRENS, A. STELZNER, C. W. C. FUCHS, A. STRENG, KOSMANN, E. COHEN, H. MÖHL u. A. hervorzuheben. Wie sich auf zweckmässige Weise die chemische Untersuchung mit der mikroskopischen verbinden liesse, darüber gab ich in LEONHARD und GEINITZ, N. Jahr. f. Min. etc. 1871, 914 einige Andeutungen.

Herstellung des Beobachtungsmaterials.

Literatur.

Ferdinand Zirkel, Mikroskopische Gesteinsstudien.
H. Vogelsang, Philosophie der Geologie.

Damit man ein Mineral oder Mineralgemenge im durchfallenden Lichte genau studiren könne, bedarf man natürlich eines durchsichtigen Blättchens mit parallelen, ebenen Flächen. Durch Spaltung solche zu erhalten, gelingt nur bei wenigen Mineralien, wie Glimmer, Gyps, Calcit etc. Unregelmässig gestaltete Splitter, deren breite Flächen nicht wenigstens annähernd parallel laufen, sind in den meisten Fällen selbst bei Durchsichtigkeit so ohne Weiteres nicht zu gebrauchen, da wegen der Unregelmässigkeit der Flächen, durch die das Licht ein- und austritt und des grossen Unterschiedes in den Brechungsexponenten der Luft und des Splitters eine starke und verwirrte Brechung und Reflexion stattfindet. Geeigneter zur Beobachtung werden Splitter dadurch, dass man sie ganz in Canadabalsam oder eine andere flüssige, durchsichtige Substanz einbettet, der man durch Aufdrücken eines Deckgläschens eine horizontal ebene Oberfläche giebt. In jedem Falle aber sind die Beobachtungen an Splittern weit unsicherer, als die an Dünnschliffen und die Ursachen zu einer Täuschung und unrichtigen Beobachtung, die an und für sich bei mikroskopischen Untersuchungen nur so schwer zu vermeiden sind, mehren sich in sehr bedenklicher Weise.

Das Verfahren bei Herstellung eines Dünnschliffes kann natürlich in der mannigfachsten Art und Weise modificirt werden. Es mögen daher hier nur die Mängel und Vorzüge derjenigen Methoden angegeben werden, die eine mehrjährige eigene Erfahrung hat kennen lehren. — Hat man nicht Gelegenheit, sich von einem Steinschneider aus dem zu untersuchenden Mineral oder Gestein dünne Platten schneiden zu lassen, so muss man sich eben möglichst dünne Splitter mit dem Hammer absprengen, was auch bei Mineralien, dichten und feinkörnigen Gesteinen leicht, bei grobkörnigen dagegen schwer gelingt. Dieselben seien frisch, ohne Spuren von Verwitterung, womöglich mitten aus einem Handstück, nicht zu klein, so dass eine grösste hindurch gelegte Ebene doch wenigstens einen halben Quadratzoll Fläche habe; ferner seien sie ohne Risse und Sprünge, denn sonst zerreissen sie bei den weiteren Manipulationen und man hat vergebliche Arbeit gehabt. Eine der breiten Flächen eines solchen Splitters wird nun

aus freier Hand eben und glatt geschliffen. Sich hiebei eines festliegenden Schleifsteins irgend welcher Art (Gusseisenplatte, Smirgelstein, Sandstein, Wetzstein etc.) mit oder ohne Smirgel zu bedienen, ist nicht rathsam, da es ausserordentlich ermüdet und sehr viel Zeit kostet. Am bequemsten ist es, sich einen kleinen Schleifapparat von einem Mechaniker construiren zu lassen, bei welchem an vertikaler Axe verschiedene härtere und weichere Schleifsteine horizontal angeschraubt werden können, die dann vermittelst eines Tretbrettes und Schwungrades nach Art der Nähmaschine mit den Füssen in Rotation versetzt wird, so dass man beide Hände frei behält. Etwas weniger bequem, aber doch sehr praktisch habe ich es gefunden, sich eines vertikal um eine horizontale mit der rechten Hand vermittelst einer Kurbel zu drehenden Axe rotirenden Schleifsteins von Smirgel oder hartem Quarzsandstein zu bedienen, der in einem mit Wasser gefüllten eisernen Kasten läuft. Man drückt mit der linken Hand den zu schleifenden Splitter fest gegen die schmale Fläche, später zur Planirung der angeschliffenen Ebene gegen die breite Seitenfläche des Schleifsteins. Hat man auf diese Weise eine durch den ganzen Splitter sich erstreckende, ebene Schiffläche hervorgebracht, — und es empfiehlt sich, diesen ganzen Theil der Operation so vollständig und so vollkommen als irgend möglich durchzuführen — so glättet man dieselbe am besten auf einem guten Wetzschiefer (Luxemburger Steine der Händler), den man mit Terpentinöl oder Glycerin befeuchtet. Darauf wasche man den Splitter und zumal die angeschliffene Fläche mit einem harten Pinsel in Spiritus säuberlichst ab, spüle ihn in reichlichem Wasser, trockne ihn mit einem leinenen Tuche und bürste ihn wieder mit einem harten Pinsel, um anhängende Tuchfäserchen zu entfernen. Nun trage man auf ein starkes Objectglas, das wohl gereinigt wurde, einen Tropfen Canadabalsam, am besten mit einem Glasstabe, der in den Kork des Gefässes eingesteckt ist, worin man den Canadabalsam aufbewahrt und erwärme gelinde über einer Spirituslampe. Gleichzeitig erwärme man an der Lampe in einer Pincette den Splitter mit der angeschliffenen Fläche nach oben, um die dünne daran condensirte Feuchtigkeits- und Gasschicht zu entfernen, und lege dann den unter der Loupe untersuchten und rein befundenen Splitter mit der angeschliffenen Fläche auf den Balsam. Das Objectglas wird nun wieder hoch über die Flamme gebracht und bis zum Kochen des Canadabalsams erwärmt, wobei sich dicke, schwarzgraue Dämpfe entwickeln; — ein Anbrennen des Balsams muss dabei sorgfältigst vermieden, im eintretenden Falle sofort durch Daraufblasen gelöscht werden. [Bei manchen wasserhaltigen Mineralien, zumal bei

manchen Zeolithen muss man den Canadabalsam allein kochen und erst nach eintretender Temperaturerniedrigung der Splitter aufgelegt werden, weil das Mineral sonst leicht Wasser verlieren und undurchsichtig werden würde]. Dann lasse man erkalten, indem man den Schliff mit einer Messer- oder Ahlenspitze am Herabschwimmen vom Canadabalsam hindert. Stets habe ich es bewährt erfunden, erst dann den Schliff fest auf die Glasplatte zu drücken, wenn im Balsam keine Blasenentwicklung mehr stattfand; drückt man noch während derselben den Schliff fest auf, so haften gar oft beim Erkalten Luftbläschen unter demselben, die fast mit Gewissheit bei fortgesetzter Operation ein Abreissen des Schliffes vom Objectträger bewirken. Sind trotz aller Vorsichtsmassregeln nach dem Erkalten noch Luftbläschen unter der Schlifffläche, so muss man eben geduldig wieder erwärmen und die Operation wiederholen, bis keine Bläschen mehr da sind. Ungeduld in diesem Falle wird sich fast ausnahmslos durch noch grösseren Verlust an Zeit und Arbeit rächen. — Ist das Objectglas mit dem Schliff nun vollständig erkaltet, so beginnt man mit der Herstellung der zweiten Schlifffläche, indem man wieder anfangs auf der schmalen Mantel-, dann auf der breiten Seitenfläche des vertikal rotirenden Smirgelsteins andrückt, wenn man keine Schleifmaschine hat. Man setze diese Operation so lange fort, wie es unbeschadet der Sicherheit des Präparates geschehen kann; mir gelingt es meistens schon hier, das Präparat annähernd bis ganz durchsichtig zu machen. Dann behandle man zuletzt den Schliff wieder auf dem Wetzstein mit Terpentinöl bis zur vollkommenen Durchsichtigkeit. Die Ersetzung des Wetzsteins durch eine mattgeschliffene Glasplatte mit Wasser mit oder ohne Zusatz von feinem Smirgelpulver kann ich nach meinen Erfahrungen nicht empfehlen, da ein Zerreissen des schon dünnen Schliffs dabei viel häufiger eintritt. Gelegentlich sei bemerkt, dass man Terpentinöl oder Glycerin am besten in einer Glasflasche aufbewahrt, die mit einem Kork verschlossen ist; der Kork sei durchbohrt von einer Glasröhre, mit der man heberartig durch Verschluss derselben mit dem Daumen die nöthige Flüssigkeit heraushebt. In einem offenen Gefässe, wie man es nöthig hätte, wenn man etwa mit einer Feder schöpfen wollte, würde das Terpentinöl bald harzig werden, ganz abgesehen davon, dass dieses Verfahren viel schmutziger wäre.

Man kann den Schliff als vollendet ansehen, wenn man durch denselben nach Befeuchtung mit Wasser deutlich lesen kann; — ein Stadium, das selbstverständlich je nach dem Grade der Durchsichtigkeit der Substanz früher oder später eintritt. Ein eigentliches Poliren des Schliffes etwa auf Leder mit Caput mortuum ist nicht nur nicht nöthig,

sondern hie und da geradezu misslich. — Wenngleich ein solches Präparat nach gehöriger Reinigung bereits ein leidliches Beobachtungsobject ist, so ist es doch in allen Fällen schon der Aufbewahrung wegen rathsam, es auf ein neues, durch Schleifen nicht verletztes Objectglas zu übertragen. Zu diesem Zwecke reinige man den fertigen Schliff durch Waschung mit einem harten Pinsel wieder im Spiritus, nachdem man zuvor den überflüssigen Canadabalsam mit einer heissen Messerspitze entfernt hat; spüle dann rasch in reichlichem Wasser ab, trockne mit einem leinenen Tuche und und fahre wieder mit einem harten Pinsel darüber her. Ränder des Schliffes, welche etwa nicht dicht und fest auf dem Objectglas auflagen und unter welche also beim Schleifen Schmutz kommen konnte, opfert man besser auf, indem man sie mit einem Messer absprengt. Sonst kann man auch die untere Fläche noch ein Mal reinigen, wenn man das Präparat erwärmt, so dass die Balsamschicht schmilzt, dann den Schliff nach dem Rande des Objectglases hinschiebt und ihn über die Kante weg auf die andere Seite des Trägers gleiten lässt, so dass nun die vorher untere Seite des Schliffes nach oben liegt. — Hat man so den Schliff vollständig gereinigt, so bringt man auf ein neues, am besten quadratisches Objectglas, das frei von allen Schlieren, Punkten und Rissen sein muss, ein Tröpfchen Canadabalsam, den man gelinde erwärmt, so dass er ein wenig zerfliesse. Quadratische Objectgläser sind besonders darum zu empfehlen, damit man ohne Hinderniss auf dem Objecttische des Mikroskops eine volle Drehung in seiner eigenen Ebene mit ihm vornehmen könne. Nun erwärmt man in einer Pincette gelinde das alte Objectglas mit dem Schliffe bis zum Flüssigwerden der Canadabalsamschicht, durch welche dasselbe anhaftet, indem man sich dabei der linken Hand bedient, hält es über das neue Objectglas und schiebt vermittelst einer Messerspitze mit der rechten Hand das Präparat vom alten auf den neuen Objectträger. Zerreisst dasselbe unglücklicherweisse beim Uebertragen, so berücksichtige man vorläufig nur das grösste oder beste Stück desselben. Liegt dieses auf dem Canadabalsam des neuen Trägers, so erwärme man ein wenig, so dass es hafte und lasse dann etwas erkalten, thue darauf ein neues Tröpfchen Canadabalsam auf dasselbe, wobei jeder Ueberschuss zu vermeiden ist, und bedecke es mit einem möglichst dünnen Deckgläschen, dessen Grösse der des Schliffes entspreche. Nun erwärme man wieder das Ganze hoch über der Flamme, indem man es mit der linken Hand in einer Pincette hält, bis zur Entwicklung dunkler Dämpfe unter noch vorsichtigerer Vermeidung vom Anbrennen des Canadabalsams, da der dabei sich abscheidende Kohlenstoff das Prä-

parat schwärzen und unbrauchbar machen könnte. Hierauf kühle man durch Anblasen ein wenig ab und drücke nun das Deckgläschen vermittelst einer federnden Pincette fest an. Man setze dabei die zusammengedrückten Spitzen derselben auf die Mitte des Präparates und lasse sie dann durch Nachgeben der Finger nach den Seiten sich wiederholt in verschiedener Richtung über das Deckgläschen hin öffnen. So wird man es leicht erreichen, dass kein Luftbläschen unter dem Präparate bleibe; widrigenfalls muss man die Operation wiederholen. — Zwei Stückchen eines zerrissenen Präparates unter ein Deckgläschen zu bringen, ist stets eine missliche, selten gelingende Arbeit. — Wünscht man eine möglichste Eleganz der Präparate, so entfernt man den an den Rändern des Deckgläschens überflüssigen Canadabalsam mit einer heissen Messerspitze, wäscht rasch in Spiritus und spült in reichlichem Wasser ab.

Endlich etiquettirt man das fertige Präparat, indem man den Namen der Species, Fundort und Nummer des Handstücks, von welchem es herstammt, am besten mit einem Diamant in das Objectglas einschneidet. Die Aufbewahrung der Präparate geschieht am bequemsten in Holzkistchen mit gekerbten Einsätzen von einer Breite und Weite, die den gebrauchten Objectgläsern entspricht.

Beabsichtigt man ein Mineral oder Gestein mikroskopisch genau zu studiren, so ist es durchaus nothwendig, Schliffe nach verschiedenen Richtungen anzufertigen, um beobachten zu können, wie die Erscheinungen auf einer Fläche sich auf einer andern projiciren.

Schliesslich sei noch erwähnt, dass die Herstellung von mikroskopischen Dünnschliffen heute schon Gegenstand industrieller Thätigkeit geworden ist. Der Verfasser hatte Gelegenheit, solche aus den Werkstätten der Herren Voigt und Hochgesang in Göttingen und R. Fuess in Berlin, Wasserthorstrasse 46, zu sehen, die mit grosser Vollendung hergestellt waren, aber wegen ihres hohen Preises (½ Thlr. pro Stück) schwerlich allgemeinen Eingang finden werden. Vor einigen Jahren bezog er selbst solche von Herrn Charles Marchand, Préparateur à Paris, die durchaus ebenso gut ausgeführt, aber um ein Bedeutendes billiger waren; sie kosteten 1 bis 1½ Fr. Opticus Möller in Giessen liefert sie zu 12 Gr. Ueberdies muss man nicht vergessen, dass, ganz abgesehen von möglichen Verwechslungen in den Werkstätten, dem Forscher eine nicht unbedeutende Anzahl von oft sehr willkommenen Beobachtungen über Härte, Strichpulver etc. entgeht, wenn er die Herstellung seines Beobachtungsmaterials nicht selber übernimmt. Endlich ist die zur Anfertigung von Dünnschliffen nöthige Zeit und Mühe nach Erlangung einer gewissen

Geschicklichkeit keineswegs so bedeutend, wie es den Anschein hat. Der Verfasser braucht in der oben beschriebenen Weise und bei Benutzung der genannten leicht herzustellenden Apparate kaum mehr als 20—30 Minuten zur Anfertigung eines guten Präparates selbst aus recht hartem Material; und bei Anwendung eines mit den Füssen getretenen Schleifapparates verringert sich diese Zeit noch um ein Bedeutendes.

I. Morphologische Eigenschaften.

1) Krystalle und Krystalldurchschnitte; Messung derselben.

Die ausserordentliche Wichtigkeit der morphologischen Eigenschaften für die makroskopische Bestimmung der Mineralien verringert sich in höchst missliebiger Weise bei der Untersuchung derselben unter dem Mikroskope. Nur in vereinzelten Fällen, nämlich bei den krystallinischen Interpositionen, erblicken wir unter dem Mikroskope Krystallkörper; sonst hat man es ausnahmslos nur mit Krystalldurchschnitten zu thun, d. h. mit Horizontalprojektionen eines Krystallkörpers auf irgend eine Fläche im Raume, die in keinerlei gesetzmässiger Beziehung zum projicirten Krystall selbst steht. Man erkennt daraus sofort, dass bei der unendlichen Anzahl von Möglichkeiten für die Schnittebene weder die Umrisse des Durchschnitts, noch die Winkelverhältnisse derselben von irgend welchem absoluten Werthe für die Bestimmung des vorliegenden Krystalls sein können.

Sobald allerdings die Richtnng bekannt wäre, in welcher der Schliff einen Krystall getroffen hat, wäre auch die Berechnung der Projectionsform und ihrer Winkel nicht schwierig; aber es fehlt weitaus in den meisten Fällen jeder Anhalt für die genaue Bestimmung dieser Richtung. Wo man vermittelst der optischen Erscheinungen in der Lage ist, die Richtung der optischen Constanten in einem Krystalldurchschnitt zu erkennen, kann man allerdings oft durch eine geschickte Combination dieser mit den Durchschnittsumrissen und andern Eigenschaften, wie Verlauf der Spaltungsrichtungen, einen Wahrscheinlichkeitschluss machen und diesem kann durch Winkelmessungen am Durchschnitt ein so hoher Grad von Wahrscheinlichkeit gegeben werden, dass sie der Gewissheit gleich wird.

Ferner ist nicht zu übersehen, dass ein Verfahren, welches man das statistische nennen könnte, nicht selten werthvolle Anhaltspunkte giebt. Denn wenn auch die Möglichkeit unendlich vieler Schnittflächen vorliegt, so ist doch die Wahrscheinlichkeit für alle diese Schnitt-

flächen eine sehr verschiedene und wesentlich abhängig von den Ausdehnungsverhältnissen des Krystallkörpers; eine Thatsache, die jeder aufmerksame Beobachter an den häufig auftretenden Mineralien, wie Feldspath, Nephelin, Augit etc. bald bestätigt finden wird. Combinirt man also nach drei Richtungen im Raume die häufigst auftretenden Durchschnitte, so wird man sich unschwer die Gestalt des Krystallkörpers darstellen können.

Fände man z. B. von einem Mineral in überwiegender Anzahl quadratische und sechsseitige farblose Durchschnitte, so wäre der Deutung ein ausserordentlich weiter Spielraum geboten. Ergäbe es sich nun aber bei der Untersuchung im polarisirten Licht, dass beiderlei Durchschnitte zwischen gekreuzten Nicols in jeder Lage dunkel blieben, so würde man sofort mit vollem Rechte schliessen, dass sie von einem isophanen, also regulären Mineral herrühren müssten, welches in der Form des Rhombendodekaeders krystallisirt. Man würde demgemäss an ein Mineral der Hauyngruppe denken.

Zeigten sich dagegen die quadratischen Durchschnitte (parallel oP) zwischen gekreuzten Nicols stets dunkel, die hexagonalen (parallel der Hauptaxe durch eine Combination ∞P . P) im Allgemeinen hell, so hätte man es mit einem quadratisch krystallisirenden Mineral zu thun und müsste an die Skapolith-Gruppe denken.

Umgekehrt würde man auf ein hexagonal krystallisirendes Mineral schliessen, wenn sich die hexagonalen Durchschnitte (parallel oP) zwischen gekreuzten Nicols stets dunkel, die quadratischen (parallel der Hauptaxe durch eine Combination ∞P . oP) im Allgemeinen hell erwiesen und die Vermuthung von Nephelin oder Apatit läge nahe.

Wenn man endlich fände, dass im Allgemeinen sowohl die quadratischen, wie die sechsseitigen Durchschnitte zwischen gekreuzten Nicols (im Allgemeinen) hell wären, so dürfte man unter andern auf einen orthoklastischen Feldspath schliessen, der im einen Falle etwa parallel dem Orthopinakoid, im andern Falle geneigt zur Basis so getroffen wäre, dass der Schnitt durch die hinteren und vorderen Prismenflächen ginge.

Dass man die Berechtigung dieser Schlüsse durch Winkelmessungen, Vergleichung der Mikrostructur der fraglichen Durchschnitte mit solchen von constatirtem Material und endlich durch mikrochemische Versuche bei manchen Vorkommnissen über allen Zweifel erheben kann, bedarf wohl nicht der Erwähnung.

Während es in solchen Fällen einer eigentlichen Winkelmessung kaum bedarf, wird man oft zu einer solchen schreiten müssen, wo es sich um die Bestimmung winziger Interpositionen, sogenannter Mikro-

lithen, handelt, die sich als Körper, nicht bloss als zufällige Durchschnitte darstellen.

Um nun irgend welche Winkel unter dem Mikroskope zu messen, dazu bedient man sich am besten des LEESON'schen Goniometers, eines einfachen auf doppelte Brechung begründeten Instrumentes, dessen genauere Beschreibung sich in MÜLLER's Lehrbuch der Physik. Braunschweig 1864. 6. Auflage. I. 910 und 911 findet. Es ist ein in passender Weise durch Ring und Schraube am Ocular des Mikroskops zu befestigendes, doppelt brechendes Prisma (achromatisches Quarzprisma), dessen Drehung um eine vertikale Axe an einen Horizontalkreis vermittelst eines Nonius abgelesen werden kann. Blickt man durch dasselbe nach dem Object, so wird man Alles doppelt sehen, beispielsweise den Durchschnitt abcd in Fig. 1, wie in Fig. 2. Durch Drehung des genau über dem Ocular befindlichen doppelt brechenden Prisma's

Fig. 1.

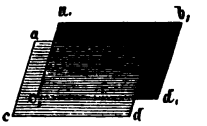


Fig. 2.

Fig. 3.

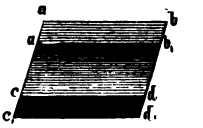


Fig. 4.

wird man es dahin bringen können, dass zwei parallele Kanten in Fig. 2, etwa ab und a_1b_1 in eine gerade Linie fallen, wie dieses Fig. 3 zeigt. Liest man nun den Winkel am Nonius ab, dreht dann das doppelte Prisma weiter, bis die Kanten bd und b_1d_1 in eine gerade Linie fallen, wie in Fig. 4, liest auch diesen Winkel am Nonius ab, so ist die Differenz der beiden Ablesungen die Grösse des Winkels b_1bd in Fig. 3. Der Complementärwinkel dazu, den man also durch Abzug der gefundenen Grade von 180° erhält, ist der zu messende Winkel abd.

Auch sei hier gleich eines Instrumentes erwähnt, dessen man sich oft bei mikroskopischen Messungen von linearen Dimensionen zu bedienen hat, des Ocularmikrometers. In einem Messingring, der genau in das Ocular des Mikroskopes passt, ist ein rundes Glastäfelchen gefasst, auf welchem eine bestimmte Länge, meistens von 2 bis 3 Millimetern, in Zehntel Millimeter eingetheilt ist. Blickt man nach

Einlegung des Mikrometers in das Ocular durch das Mikroskop, so sieht man bei richtiger Einstellung zugleich das Object und die Theilungsscala auf dem Mikrometer. Um zu ermitteln, welcher wirklichen absoluten Grösse im Object ein Theilungsstrich bei Anwendung einer bestimmten Combination von Objectiv mit Ocular entspricht, betrachtet man bei Gegenwart des Ocularmikrometers ein Objectivmikrometer mit noch feinerer Eintheilung und untersucht, wie viele Theilstriche des ersteren sich mit einem Theilstrich des zweiten decken. Hätte man auf den Ocularmikrometer eine Eintheilung in $^1/_{10}$ Millimeter, auf den Objectivmikrometer eine solche in $^1/_{100}$ Millimeter und deckten sich 3 Theilstriche des ersten mit einem Theilstrich des zweiten, so entspräche bei Anwendung dieser Linsencombination ein Theilstrich des Ocularmikrometers im Object einer wirklichen Grösse von 0,0033 Millimeter. Sucht man sich diesen Factor für die verschiedenen Linsencombinationen seines Mikroskops auf, so hat man damit ein Mittel, durch einfache Multiplication desselben mit der Zahl der Theilstriche, die sich mit dem zu messenden Object decken, dessen absolute Länge genau zu bestimmen.

Da sich unter gewissen Bedingungen aus der Länge der Seiten geradliniger Figuren auch deren ebene Winkel berechnen lassen, so lässt sich auch hie und da das Ocularmikrometer zu Winkelmessungen verwerthen.

2) Anomalien der Krystallbildung unter dem Mikroskope.

a) Äussere in der Gestalt.

Literatur.

Zirkel, Basaltgesteine. Bonn 1870.
Vogelsang, Philosophie der Geologie. Bonn 1867.
Zahlreiche mikroskopische Specialuntersuchungen verschiedener Autoren.

Bei den Mineralien, welche die krystallinischen Gesteine bilden, bemerkt man meistens schon makroskopisch, dass sie sich gegenseitig in ihrer Entwicklung nach aussen hin hemmten, dass daher ihre äussere Begrenzung nicht bedingt ist durch die ihrer inneren Structur zu Grunde liegenden morphologischen Gesetze, sondern durch die mechanischen Hindernisse, die schon vorhandene oder gleichzeitig sich bildende Körper ihrer Entwicklung entgegengesetzten. Die Besprechung solcher Verhältnisse gehört nicht hierher, sondern findet ihren Platz in der Lehre von der Structur der Gesteine. Hier möge nur eine Reihe von Erscheinungen Erwähnung finden, die fast nur unter dem

Mikroskope wahrnehmbar, trotz aller Mannigfaltigkeit, eine gewisse Verwandtschaft nicht verkennen lassen.

Man kann im Allgemeinen derartige Störungen in der Krystallbildung ihrer Entstehung noch in solche eintheilen, die während der krystallinischen Erstarrung selbst sich entwickelten und solche, welche derselben nachfolgten, bedingt durch später eintretende äussere Verhältnisse von Druck und Temperatur.

Die ersteren bestehen zum grossen Theil darin, dass die homogenen Moleküle, welche nach den morphologischen Gesetzen ihrer Masse fest wurden, sich nicht zu continuirlichen, einheitlich begrenzten Individuen aneinanderlagerten, sondern vielmehr einer bestimmten, ihrem Krystallsystem entsprechend orientirten Attraction folgend, sich gewissermassen zu einem Gerippe, zu einem Krystallgerüst verbanden, zu dessen Ausfüllung es an verwendbarem Material gebrach. Es ist das eine Erscheinung. die man besonders häufig am Magnetit (Fig. 5 und 6) der eruptiven Gesteine beobachtet und zwar um so häufiger,

Fig. 5.
Aus ZIRKEL's Basaltgesteinen.

Fig. 6.
(ebendaher).

je rascher nach allen Anzeichen die krystallinische Erstarrung derselben verlief. Ganz analoge und offenbar durch gleiche Verhältnisse bedingte Gebilde trifft man nicht selten in Schlacken und halb krystallinisch erstarrten Gläsern. Im strengen Sinne des Wortes dürfte man dieselben nicht einmal Anomalien nennen, sondern es gehören dieselben zu den „Wachsthumsformen", welche KNOP* mit grossem Scharfsinn an manchen regulären, künstlichen Salzen und Mineralien beschrieben hat. Die Erscheinung solcher „Wachsthumsformen" in Gesteinen unter dem Mikroskop erinnert oft lebhaft an die krystallinischen Bildungen, wie sie sich beim Verdampfen geringer Mengen wässriger Lösungen auf Gläsern zeigen und wie sie sich so leicht mit Magnesiasulphat, Natronphosphat, Silbernitrat, Salmiak u. s. w. hervorbringen lassen.

* A. KNOP. Molecularconstitution und Wachsthum der Krystalle. Leipzig 1867.

In gewissem Sinne verwandt mit den besprochenen Thatsachen ist wohl eine andere Erscheinung, die zumal krystallinische Ausscheidungen in glasigen Massen oft erkennen lassen, dass nämlich bei durchaus normaler Begränzung auch grösserer Individuen nach mehreren Richtungen, diese nach einer Richtung hin und zwar ausnahmslos im Sinne einer krystallographischen Axe fehlt. Besonders findet man solche Anomalien bei Feldspathen der verschiedenen Species, zumal auch der plagioklastischen und ferner bei Augit cf. Fig. 7 (aus ZIRKELS Basaltgesteinen). Es werden dann die Krystalle nach einer Richtung hin zackig, ruinenartig; aber ausnahmslos sind die anomalen Endigungen geradlinig und die Kanten schneiden sich unter dem gesetzmässigen Winkel der vollkommenen Krystalle. Das ganze Gebilde sieht aus, wie eine polysynthetische Aggregirung vieler absolut paralleler kleiner Individuen von verschiedenen Dimensionen, die nach einer Richtung hin sich so lagerten, dass ihre entsprechenden Flächen und Kanten sich zu einer Fläche und Kante eines grösseren Individuums verbanden, während eben hierdurch nach der andern Richtung hin ein- und ausspringende Winkel entstehen mussten. Eben die hervorgehobene Geradlinigkeit der ein- und ausspringenden Kanten bildet ein entscheidendes Charakteristikum dieser offenbar primären, im eigenthümlichen Wachsthum der besprochenen Krystalle begründeten Anomalien gegenüber anderen, unzweifelhaft secundären, der ersten Bildung posterioren Unregelmässigkeiten.

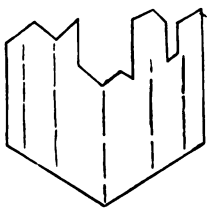


Fig. 7.

Zu dieser Gruppe von Störungen in der krystallinischen Regelmässigkeit, welche unzweifelhaft die Folge späterer Einwirkungen auf fertige Krystalle waren, gehören in erster Reihe die in vulkanischen Gesteinen gar nicht seltenen Zerbrechungen von Krystallen und damit verbundene Verschiebung ihrer Theile zu einander. In solchen Fällen aber endigen die geschädigten Individuen an der Bruchstelle niemals geradlinig, noch viel weniger stehen die Bruchflächen in irgend welcher Beziehung zu der gesetzmässigen Umgrenzung der Krystalle und dadurch sind solche Phänomene sofort von primären Wachsthumsformen zu unterscheiden. Es erinnern dergleichen Erscheinungen lebhaft an Thatsachen, die schon längst makroskopisch beobachtet wurden, wie an die zerbrochenen Turmalinsäulen im Quarz mancher Granite nnd in den Chloritschiefern, deren Stücke dann häufig durch Gesteinsmasse wieder verkittet sind. Während aber hier der Grund wohl offenbar in molekularen Bewegungen zu suchen ist, die innerhalb des starren Gesteins gelegentlich seiner Metamorphose eintraten, dürfte bei den

mikroskopischen Zerbrechungen und Verschiebungen die Ursache in einer Bewegung des noch flüssigen Gesteinsmaterials zu suchen sein, in welchem die genannten Krystalle fertig schwammen, und bei entgegenstehendem Hinderniss, (welches auch oft noch unter dem Mikroskop in Magnetiten oder andern Körpern deutlich zu erkennen ist) durch den Druck der mit ungleicher Geschwindigkeit sich bewegenden Masse zerbrachen. Für solche Vorgänge spricht auch der Umstand mit grosser Entschiedenheit, dass man die einzelnen Theile eines solchen zerbrochenen Krystalls oft in ganz abnormer Lage oder in ziemlich weiter Entfernung von einander wiederfindet, wobei dann die zusammengehörigen Bruchflächen der beiden Stücke genau in einander passen. Die beistehenden Zeichnungen Fig. 8 und 9 geben eine deutliche Anschauung von solchen Verhältnissen.

Fig. 8.
Zerbrochener Hornblendekrystall, aus ZIRKEL's „Basaltgesteine".

Fig. 9.
Sanidinkrystall, zerbrochen durch einen andern; aus Augit-Andesit von Grad-Jakan. Java.

Eine gewiss auffallende Erscheinung ist es, dass wir gewisse Mineralspecies, die zu den häufigsten Gemengtheilen in krystallinischen Silicatgesteinen einer gewissen Gruppe gehören, in einzelnen Fällen als vollkommen normal begrenzte Individuen, in anderen dagegen als unregelmässige Körner antreffen, deren innere Structur durchaus gesetzmässig krystallinisch ist. Besonders sind es drei in der Familie der basaltischen Gesteine häufige Mineralspecies, welche die angedeuteten Beobachtungen oft machen lassen: der Olivin, der Augit und der Magnetit. Während der erste wohl in der Mehrzahl der Fälle körnig-krystallinisch, selten in Gestalt ausgebildeter Individuen, der zweite dagegen umgekehrt meistens als vollkommenes Individuum, seltener als krystallinisches Korn gefunden wird, tritt der Magnetit wohl in gleicher Häufigkeit in der einen oder andern Form unter dem Mikroskope auf und zwar bisweilen in ein- und demselben Gestein. Der Grund dieser Erscheinung dürfte wohl in einem Wechsel der Temperatur zu suchen sein, dem das Gesteinsmaterial unterworfen wurde, so zwar dass die bei einer bestimmten Temperatur mit normaler Be-

grenzung ausgebildeten Individuen später bei einer Erhöhung der Temperatur wieder angeschmolzen wurden und dadurch ihre Ecken und Kanten verloren. Auch der Leucit und andere Mineralien zeigen oft die Spuren solcher Einwirkungen und es ist bei Gemengen dieser Species eigenthümlich überraschend, nicht immer das leichter schmelzbare Mineral angeschmolzen und das schwerer schmelzbare intakt zu sehen. Dieser scheinbare Widerspruch dürfte sich lösen, wenn man bedenkt, dass ja nicht alle Mineralien zu gleicher Zeit sich krystallinisch ausschieden.

Weniger einfach dürfte die Erklärung einer andern Erscheinung sein, die man hie und da, aber im Ganzen doch selten wahrnimmt, dass nämlich Krystalle nicht Zerbrechungen oder einfache Anschmelzung erlitten, sondern Zerquetschungen und Verdrückungen ihrer äusseren Umrisse zeigen und zwar nur auf einer Seite, gerade als habe ein äusserer Druck auf sie eingewirkt, während sie sich in einem plastischen Zustande befanden. In eigenthümlich überraschender Weise präcisirt sich diese Erscheinung oft noch dadurch, dass nicht nur die Krystallumrisse krummlinige Verbiegungen zeigen, sondern auch die hie und da in sehr regelmässigen concentrischen Zonen eingelagerten Interpositionen entsprechende Störungen in ihrer Anordnung erkennen lassen. Da man nun aber nicht anzunehmen berechtigt ist, dass zwischen dem schmelzflüssigen und krystallinisch starren Aggregatzustand ein plastischer Uebergangszustand liege, so wird man, wie es mir scheint, in solchen Thatsachen die Folge einer combinirten Einwirkung von erhöhter Temperatur und äusserem Druck auf einen fertigen Krystall sehen müssen. Schwamm derselbe in einem schmelzflüssigen Gesteinsbrei, dessen Temperatur zeitweilig hinreichend stieg, um seine peripherischen Theile anschmelzend zu erweichen, ohne lange genug anzuhalten, um ihn gänzlich aufzulösen, und wirkte gleichzeitig, wie in beistehender Figur 10 ein fester Körper andrängend gegen ihn, so mögen solche krummlinige Verbiegungen der Krystallumrisse möglich werden. Wie schon bemerkt ist die besprochene Erscheinung keineswegs häufig und wurde bislang nur an Plagioklasen gewisser Augit-Andesite* und an den Hyalosideriten des Limburgits von Sasbach am Kaiserstuhl beobachtet.

Fig. 10. Hyalosideritkrystall zerquetscht durch Magnetit, aus Limburgit von Sasbach, Kaiserstuhl.

* cf. Rosenbusch. Ueber einige vulkan. Gesteine von Java. Ber. d. naturf.

Offenbar in keinerlei Beziehung zu den besprochenen Erscheinungen steht es, dass man in der grossen Gruppe der metamorphen Schiefer, sowie auch in den Gesteinen der Diorit-, Diabas-, Gabbro- und anderer verwandter Familien gewisse Gemengtheile nicht in regelmässig begrenzten Individuen antrifft. Die Ursachen hiervon sind wohl mit grosser Wahrscheinlichkeit in den metamorphen Processen zu suchen, denen die genannten Mineralaggregate ihr heutiges Aussehen verdanken.

b) Innere in der Homogeneität.

Literatur.

David Brewster: On the existence of two new fluids ect in Transactions of the Royal Society of Edinb. T. X. 1, Auszug davon cf. Edinb. Phil. Journ. vol. IX. 94 u. 268. — Sehr vollständiger Auszug, z. Th. Uebersetzung in Pogg. Ann. VII. 1826. 469, und zahlreiche andere Aufsätze desselben Verfassers, welche im Literaturnachweis am Schlusse dieses Buches aufgeführt sind.

Humphrey Davy: On the state of water and aëriform matter in cavities, found in certain crystals. Philos. Transactions 1822, in französischer Uebersetzung in Annales de chimie et de phys. T. XXI. 1822. 132.

H. Cl. Sorby: On the microscopical structure of crystals ect. Quart. Journ. of the geol. soc. London 1858. Nov. vol. XIV. 453—500 und andere Arbeiten desselben Verfassers, cf. Literaturnachweis.

Ferd. Zirkel: Mikroskop. Gesteinsstudien; — ejusd. Basaltgesteine.

H. Vogelsang: Philosophie der Geologie und H. Vogelsang & Geissler: Ueber die Natur der Flüssigkeitseinschlüsse in gewissen Mineralien. Pogg. Ann. vol. CXXXVII. 1869. 56 und Nachtrag zu dieser Abhandlung von Vogelsang. ibid. 257.

Die idealen Anforderungen, welche wir nach der Definition des Begriffes Krystall an einen solchen zu stellen berechtigt sind, erhalten oft nicht nur in der Regelmässigkeit der äusseren Umrisse keine Genüge, sondern auch der innere Bau, von welchem wir ununterbrochene Continuität der Raumerfüllung, sowie volle Homogeneität der Substanz erwarten, lässt nicht selten höchst bedeutende Unregelmässigkeiten beobachten.

Eine gewisse Discontinuität der homogenen Krystallsubstanz gibt sich oft dadurch kund, dass ein Individuum in seinem Durchschnitt aus mehreren concentrischen, häufig auch verschieden gefärbten Schalen oder Schichten aufgebaut scheint, eine Erscheinung, die gewissermassen ein mikroskopisch-krystallinisches Aequivalent der makroskopischen Oolith-, Pisolith- ect. Structur genannt werden kann und für welche vielleicht ein noch passenderes Analogon in den Schalenblenden, Kappenquarzen und ähnlichen Bildungen zu sehen ist. Oft wird eine solche scheinbare Zonenstructur dadurch hervorgebracht, dass gewisse

---

Ges. zu Freiburg i. B. Bd. VI. 1872. Rosenbusch. Petrographische Studien an den Gesteinen des Kaiserstuhls. N. Jahrb. für Min. etc. 1872. 35 und 135.

später zu besprechende Interpositionen sich innerhalb eines Krystalls schichtenartig, seiner Form entsprechend, eingelagert haben, wie das am Nosean, Nephelin, Leucit und anderen Mineralien besonders häufig zu beobachten ist. Doch darf diese Erscheinung eben so wenig hierher gerechnet werden, wie etwa eine peripherische Verwachsung von Nosean und Hauyn, die in gewissen Hauynophyren zumal keineswegs zu den Seltenheiten gehört. Die letzteren Erscheinungen dürften vielmehr denjenigen zuzuzählen sein, wo wir es mit einem Weiterwachsen eines Krystalls in einer isomorphen Lösung zu thun haben.

In ganz besonders schöner Weise zeigen den eigentlichen Zonenbau nicht selten die Sanidine der andesitischen und trachytischen Gesteine; dabei pflegen die einzelnen Zonen so regelmässig und zart zu sein, dass man beim Hineinblicken in das Mikroskop, zumal bei Anwendung des polarisirten Lichtes durchaus den Eindruck gewinnt, als blicke man in einen polygonalen, sich sehr allmählig verjüngenden Trichter. Noch deutlicher pflegt diese Structur bei farbigen Mineralien zu sein, wie beim Augit, Granat und bei der Hornblende. Hier treten die einzelnen concentrischen Zonen ausnahmslos in verschiedener Färbung auf und heben sich dadurch scharf von einander ab. Dafür aber wiederholen sich die Zonen in diesen Mineralien nicht so oft, ja beim Granat finden wir meistens nur zwei Zonen, eine innere und äussere, während mehrere sich hie und da am Melanit der vulkanischen Gesteine, häufiger noch am Augit erkennen lassen. Die Granate der mannigfaltigsten Varietäten zeigen die Erscheinung fast ausnahmslos, ja unter allen Krystallen, die ich zu beobachten Gelegenheit hatte, fehlte sie nur in so seltenen Fällen, dass man sie für die Regel halten möchte. Gelegentlich sei darauf hingewiesen, dass gerade an diesem Mineral die genannte Structur sich auch makroskopisch sehr oft deutlichst zu erkennen gibt, wenn man die Krystalle durchschlägt; so haben die Leukogranate von Auerbach einen rothen, die dunkel gefärbten Varietäten und Species meist einen helleren Kern. Wenngleich es nun die Regel ist, dass die verschiedenen Zonen scharf aneinander absetzen und sowohl parallel unter sich, wie mit dem äusseren Krystallumriss sind, so fehlen doch auch nicht jene Fälle, wo die verschiedenen Zonen regellos und ohne Beziehung zu der äusseren Krystallform sich gestalten; so besonders an Granaten, seltener schon an Augiten und Hornblenden, bei denen stets grüne und braune Zonen von verschiedener Intensität der Färbung wechseln, von grosser Schönheit in den Kaiserstühler Gesteinen.

Das scharfe Absetzen der einzelnen Zonen an einander, der durchaus frische Habitus der so struirten Krystalle, die gänzliche Abwesen-

heit von Zersetzungsproducten in der Form von Kalkcarbonat etc. in den weitaus meisten Fällen lässt an eine Erklärung der vorliegenden Erscheinung durch Verwitterung und Umbildungsprocesse nicht wohl denken, sondern zwingt zu der Annahme, dass sie primärer Natur sei und in den Wachsthumsverhältnissen der Krystalle begründet sein müsse. Es liegt nahe bei der Betrachtung dieser Erscheinung an jene künstlichen Krystalle, etwa Alaune, zu denken, die man durch successives Wachsenlassen eines Krystalls in verschiedenen isomorphen Lösungen erhält. Ob nun auch bei den zonarstruirten Augiten, Hornblenden und Granaten etwa an ein Vorwiegen der einen oder der andern aequivalenten Moleculargruppe und dadurch bedingte verschiedene Färbung zu denken ist, so dass etwa bei Augit und Hornblende die Coefficienten m und n in der Molekularformel $\left\{\begin{matrix} R_3\,Si_3\,O_9 \\ m\,(R_3\,Al_2\,O_9 \\ n\,(R\,Si_3\,O_3 \end{matrix}\right\}$ in verschiedenen Zonen einen verschiedenen Werth hätten und bei Granat ein ähnliches Verhältniss vorläge, das bleibt solange eine müssige Vermuthung, als nicht synthetische oder analytische Untersuchungen ad hoc vorliegen. Bedenkt man aber die absolute Analogie bei der Krystallbildung aus wässriger oder schmelzflüssiger Lösung, und vergisst man nicht, dass die molekulare Zusammensetzung eines Schmelzflusses bei grösserer Masse durchaus nicht an allen Stellen dieselbe sein muss, so hat es an und für sich nichts Unwahrscheinliches, dass ein darin wachsender Krystall durch die darin herrschenden Strömungen an verschiedene Orte getragen, eine Structur annehme, wie wir sie bei künstlichen Krystallisationen durch einen Wechsel der Mutterlaugen so leicht erzeugen können. *

Wenn nun auch die eben besprochenen Erscheinungen darthun, dass nicht immer durch einen ganzen Krystall hindurch die Substanz absolut einheitlich, gleichsam aus einem Gusse ist, so kann man denn doch in diesen Fällen noch nicht wohl von einer eigentlichen Heterogeneität der Substanz reden, oder man müsste alle jene Krystalle, die aus wechselnden Mengen verschiedener aequivalenter Molekulargruppen bestehen in die Klasse der gemengten, nicht homogenen Körper verweisen. Anders aber verhält es sich mit einer Reihe von Thatsachen, die ebenfalls in die Kategorie der inneren Anomalien der Krystalle gehören, und die wegen ihrer ausserordentlichen Wichtigkeit für das

* Sollten sich die ausgesprochenen Vermuthungen bewahrheiten, so könnte man mit vollem Rechte auch die oben erwähnten Umwachsungen von Hauyn und Nosean hieherzählen.

mikroskopische Studium der Mineralogie und Petrographie in Folgendem eine eingehendere Besprechung finden sollen.

Es lassen sich dieselben sämmtlich unter dem Namen der Discontinuitäten der Krystall- resp. Mineralsubstanz innerhalb des von ihr eingenommenen Raumes zusammenfassen. Doch muss man dann scharf zwischen solchen Discontinuitäten im strengeren Sinne und eigentlichen Interpositionen unterscheiden. Bei den ersteren liegt die Erscheinung vor, dass nicht der ganze von einem Krystall resp. Mineral eingenommene Raum auch von seiner Masse erfüllt sei, ohne dass eine solche Lücke durch fremde Mineralsubstanz eingenommen wäre. Bei den eigentlichen Interpositionen dagegen träte der Fall ein, dass die Substanz eines Krystalls bei ihrem Wachsthum fremde Körper einschloss, sei es, dass dieselben in der Mutterlauge im starren Aggregatzustande präexistirten, sei es, dass dieselben gleichzeitig mit dem umschliessenden Minerale sich aus einer und derselben Lösung abschieden und von dem rascher wachsenden eingeschlossen wurden.

Zu den Discontinuitäten im engeren Sinne wären demnach jene Hohlräume in Mineralien zu rechnen, welche man Luft- und Gasporen nennt. Sorby, welcher sich zuerst eingehend mit dem wissenschaftlichen Studium dieser Erscheinungen beschäftigte, beschreibt sie unter dem Namen gas and vapour cavities (cf. l. c.), und nach seinem Vorgange hat sich die deutsche Uebersetzung des Namens eingebürgert. Für die Erkennung von Luft-, Gas- und Dampfporen ist man wesentlich auf ihre äussere Erscheinung angewiesen. Wegen des grossen Unterschiedes im Brechungsvermögen der festen und gasförmigen Körper müssen natürlich die genannten Poren in reflectirtem Lichte glänzend, im durchgehenden als ein kleiner heller Fleck mit starkem dunklem Rande erscheinen, so lange sie rundum von fester Masse umgeben sind, und nicht etwa durch den Schliff geöffnet wurden. Diese Erscheinung, welche eine Folge der starken Ablenkung und theilweise eintretenden Totalreflection ist, kann man an jedem Gasbläschen, welches in Sodawasser, Champagner u. s. w. aufsteigt, noch besser aber an den Bläschen studiren, welche oft so höchst unerwünscht sich in dem erkalteten Canadabalsam der Präparate finden.

Die Form solcher Gasporen ist eine sehr wechselnde, doch walten rundliche und elliptische Gestalten vor, neben denen unregelmässig verzerrte, schlauchförmige, verästelte und andere Formen vorkommen. Weniger häufig erscheinen dieselben als gewissermassen negative Krystallräume, d. h. mit einer polygonalen Ur[illegible], welche der Form

ihres Wirthes* entspricht. Selten treten Gasporen vereinzelt auf, meistens finden sie sich gruppenweise in Reihen und Wänden, willkührlichen Richtungen folgend, durch die Mineralsubstanz zerstreut; und solche Porenreihen und Gruppen stellen sich dann bei schwachen Vergrösserungen als eine wolkige, locale Trübung des Minerales dar.

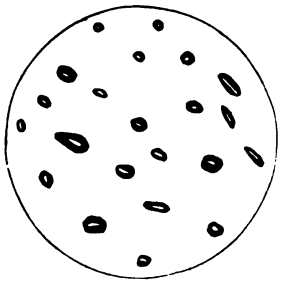


Fig. 11.
Gasporen aus dem Gesteinsglase des Augit-Andesit von Widodarin, Java.

Krystallinische Ausscheidungen können aus wässriger und schmelzflüssiger Lösung oder aus Sublimationen stattfinden, und bei allen drei Arten der Entstehung können sie Gasporen enthalten. Die Bildung derselben bei sublimirten Krystallen bedarf keiner weiteren Begründung. Da bekanntlich Wasser bei verschiedenen Temperaturen von verschiedenen Gasen wechselnde Mengen absorbiren kann, so ist damit der Einschluss von primären Gasporen bei krystallinischen Ausscheidungen nahe gelegt, und SORBY schon erinnert treffend an die Luftporen im Eise selbst. Gasporen können aber auch gewissermassen secundär in hydatogenen Krystallen auftreten, wenn ursprüngliche Flüssigkeitseinschlüsse verdunsten, wie dieses zumal bei Mineralien mit sehr vollkommener Spaltung nicht selten ist. SORBY beobachtete solche secundäre Gasporen am künstlichen Alaun. An natürlichen Krystallen zeigt sie das Steinsalz nicht selten, und zwar als negative Krystalle von cubischen Formen; als Beispiel für den Einschluss primärer Gasporen kann man ebenfalls das Steinsalz (Knistersalz von Wielizka) nennen. — Die hohe Lösungsfähigkeit der Schmelzflüsse für Gase ist eine constatirte Thatsache; sobald aber Abkühlung und damit verbundene Erstarrung eintritt, müssen die gelösten Gase ausgeschieden werden (daher das „Spratzen" des Silbers, die poröse Structur der Laven etc.), und so erklärt sich die Anwesenheit der Gasporen sowohl in glasig erstarrten Flüssen, wie Obsidian, als auch in pyrogenen Mineralien, wie Nephelin und anderen. Sehr schön zeigen sie die Sanidine mancher javanischen Augit-Andesite, wo sie von mir als negative Krystalle von der Form $\infty P\breve{\infty} . oP . P\dot{\infty}$ beobachtet wurden.

Ueber die chemische Natur der solche Hohlräume erfüllenden Gase oder darüber, ob dieselben überhaupt stets mit Gasen erfüllt, und nicht, natürlich wohl nur bei glasigen Körpern, blosse Contrac-

* Es möge erlaubt sein, der Kürze des Ausdrucks wegen, der Zoologie den terminus „Wirth" zu entlehnen, um das Mineral zu bezeichnen, welches fremde „Gäste" umschliesst.

tionserscheinungen sind, haben wir kaum sichere und unumstössliche Kenntnisse. Ob überhaupt und mit welchen Gasen die Poren erfüllt sind, das wird zunächst von der Permeabilität oder Impermeabilität der Porenwandungen abhängen. Sir HUMPHREY DAVY (l. c.) machte dahin einschlägige Untersuchungen unter der Luftpumpe, aber nur an solchen Poren, die Flüssigkeit und Gase enthielten. Er fand die Wandungen impermeabel selbst für Gase am Amethyst von Schemnitz, dagegen stets permeabel beim Calcit; in Folge davon ergab es sich, dass im letzteren Falle die eingeschlossenen Gase identisch mit der athmosphärischen Luft waren, und auch genau die Densität derselben hatten. Bei Bergkrystall und Chalcedon dagegen mit impermeablen Wandungen waren die Verhältnisse ganz andere; ihre Besprechung wird bei einer späteren Gelegenheit erfolgen.

Besitzen die in solchen Poren eingeschlossenen Gase eine gewisse Spannkraft, oder besassen sie dieselbe zur Zeit ihres Einschlusses, als ihren Wirthen z. Th. noch eine gewisse Plasticität der Substanz zukam, wie bei Gläsern und andern amorphen Körpern, so kann durch den von ihnen ausgeübten Druck eine molekulare Spannung in der festen Substanz erzeugt werden, die zu Erscheinungen der Doppelbrechung führen kann, wie sie amorphen Körpern sonst nicht zukommt, wie man dieselben aber bekanntlich auch durch Anwendung äusseren Druckes auf Gläser künstlich nachahmen kann. Ja es scheint, dass auch bei sofortiger krystallinischer Erstarrung des Wirthes eine ähnliche Störung der normalen optischen Eigenschaften durch eingeschlossene Gase entstehen kann. Besonders DAVID BREWSTER verdankt die Wissenschaft eine Reihe höchst interessanter Untersuchungen über diese Beziehungen von optischen Anomalien und eingeschlossenen Gasen.

Zu den eigentlichen Interpositionen, d. h. solchen Discontinuitäten in Mineralien, bei denen ihre Substanz nicht von hohlen oder gaserfüllten Räumen, sondern von fremder Mineralsubstanz festen oder flüssigen Aggregatzustandes unterbrochen wird, gehört eine ganze Reihe von Erscheinungen.

Einschlüsse eines Minerals in einem andern waren längst zahlreich auch makroskopisch, aber selbstverständlich fast nur von durchsichtigen Mineralien, wie besonders Bergkrystall bekannt und wurden selbst in undurchsichtigen hie und da chemisch nachgewiesen, wie von WÖHLER der Kryptolith im Apatit. Die ausserordentliche Verbreitung solcher Interpositionen ist aber erst durch die mikroskopische Untersuchung dargethan worden. Der Uebersichtlichkeit wegen wird es angemessen sein, zwischen den Fällen zu unterscheiden, wo solche

Einschlüsse a) bei starrem Aggregatzustande eine wesentliche Gestalt haben, also individualisirte Einschlüsse; b) zwar starr sind, aber keine wesentliche regelmässige Gestalt erkennen lassen, nicht-individualisirte Einschlüsse; c) flüssigen Aggregatzustand haben, Flüssigkeitseinschlüsse.

Die Interpositionen der ersten Art sind also dadurch charakterisirt, dass sie eine wesentliche polygonale, auf Krystallformen zurückzuführende Umgrenzung erkennen lassen. Da es nach der Natur der Sache sehr schwer, wenn überhaupt immer möglich ist, solche winzige miskroskopische Einschlüsse einer bestimmten Mineralspecies zuzuweisen, so lag es nahe, dieselben nach ihrer Gestalt zu charakterisiren. Man darf dabei aber nicht vergessen, dass gewisse Variationen in der Gestalt, ebensowenig wie grössere oder geringere Vollendung der Ausbildung, noch kein hinreichender Grund für eine detaillirte Classificirung sein können. Am meisten dürfte es sich empfehlen, solche starre Interpositionen, welche wohl Anfänge von Krystallisationen, gewissermassen Wachsthumsformen zeigen, aber noch nicht zu einheitlichen Individuen geworden sind, „Krystalliten" zu nennen, während man für solche starre Interpositionen, denen eine einheitliche, mehr oder weniger vollkommene krystallinische Gestalt zukommt, also für die eigentlichen mikroskopischen Krystalle den Namen „Mikrolithe" (μικρος klein und λιθος Stein) reservirt. So mannichfaltig die makroskopischen Krystallformen sind, ebenso wechselnd kann natürlich die Form solcher Mikrolithe sein, und man findet sie säulenförmig, pyramidal, lamellar u. s. w. Doch dürfte es nicht geeignet sein, für jede dieser Formen einen eigenen Namen zu schaffen, weil man damit denn doch gar leicht den Begriff verbinden würde, dass den verschiedenen Formen auch zugleich stets eine

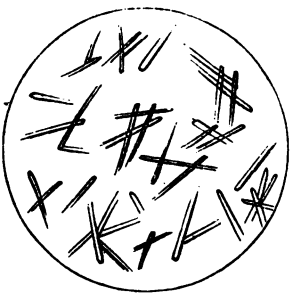


Fig. 12.
Spiessige Mikrolithen aus Cordierit von Orijärfvi.

Fig. 13.
Blättrige Mikrolithe aus Hypersthen von St. Paul's Island.

Fig. 14.
Quarzmikrolithen aus Heulandit Far-Oer.

verschiedene Substanz zu Grunde liegen müsste, während offenbar dasselbe Mineral in prismatischen, lamellaren u. a. Formen mikrolithisch auftreten kann, ja auftreten muss, je nach der Richtung, in welcher wir es im Dünnschliff sehen. Man denke sich einen Augit-Mikrolithen, analog gestaltet den Krystallen von Monte Rossi, so würde derselbe, nach dem Orthopinakoid gesehen, tafelförmig, nach dem Klinopinakoid aber leistenförmig oder prismatisch erscheinen. Für solche prismatische Mikrolithe, bei denen die Entwicklung nach einer Axe sehr bedeutend über die nach den andern überwiegt, hatte ZIRKEL den Namen Belonite ($\beta\varepsilon\lambda\omega\nu\eta$ = Nadel) gebraucht; doch scheint dieser Forscher selbst den Namen wieder fallen gelassen zu haben, der auch insofern nicht ganz glücklich gewählt war, als er bereits zur Bezeichnung einer bestimmten Mineralspecies diente. — Fehlt solchen krystallinischen Interpositionen die streng geradlinige Umgrenzung und zeigen sie bei starker Längsentwicklung und verschwindender Breite gewundene Formen, so fasst man sie passend unter dem Namen „Trichite“ ($\vartheta\rho\iota\xi$ = Haar) zusammen, der ebenfalls von ZIRKEL eingeführt

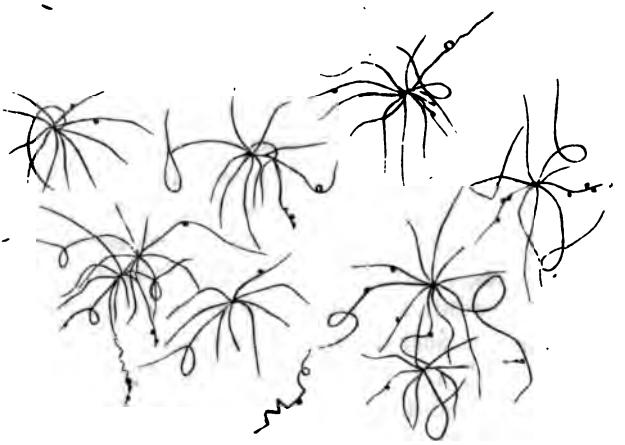


Fig. 15.
Trichiten aus Obsidian von Tokay (nach ZIRKEL).

wurde. Dass die Mikrolithe meistens durchsichtig, die Trichite undurchsichtig sind, ist kein absoluter Unterschied, denn die Undurchsichtigkeit der meisten Trichite beruht unzweifelhaft darauf, dass bei ihrer höchst minimalen Breite das Mikroskop nicht mehr die Längskanten auseinanderzurücken vermag. Es soll damit nicht gesagt sein, dass solche Trichite nicht oft auch sogenannten undurchsichtigen, d. h. erst in sehr dünnen Blättchen durchsichtigen Mineralien angehören, da ja Durchsichtigkeit und Undurchsichtigkeit

nicht absolut, sondern nur relativ verschiedene Begriffe sind. Es ist ja dieselbe Substanz als Eisenglanz undurchsichtig, als Eisenglimmer durchsichtig. So kann man sich hie und da chemisch überzeugen, dass trichitische Gebilde in manchen basaltischen Gesteinen aus Sauerstoffverbindungen des Eisens, in manchen Porphyren aus solchen des Mangans bestehen. Besonders häufig sind dieselben in glasigen Substanzen, wo sie eines weiteren beschrieben werden mögen.

Alle Mikrolithen lassen oft in ihrer Anordnung gegen einander, sowie in den Beziehungen zu ihrem Wirthe ausserordentlich regelmässige und strenge Verhältnisse erkennen. Da sie dieselben aber mit allen andern Interpositionen theilen, so wird die Besprechung dieses Gegenstandes erst am Schlusse dieses Abschnittes Platz finden.

Was die Substanz der Mikrolithe anbetrifft, so ist eine exakte Erkennung derselben nicht immer möglich; sind die Dimensionen nicht allzuwinzig, so führen Winkelmessungen meistens am sichersten zum Ziele; das optische Verhalten derselben ist, wo sie in doppelt brechenden Mineralien sich finden, nur in sehr beschränkter Weise zu untersuchen, wenn man nämlich, was schon BREWSTER rieth, eine optische Elasticitätsaxe ihres Wirthes mit dem optischen Hauptschnitt eines der gekreuzten Nicols am Mikroskop zusammenfallen lässt. Ist das umschliessende Mineral und der Mikrolith optisch gleich orientirt, so würde eine selbstständige Untersuchung der Mikrolithen optisch überhaupt unmöglich sein. Auch die Anwendung chemischer Hülfsmittel gibt oft Anhaltspunkte, welche in Verbindung mit den morphologischen und optischen Beobachtungen eine genaue Bestimmung der Mikrolithen ermöglichen. Im Allgemeinen wird man jenen Grundsatz der Petrographie bestätigt finden, wonach makrokrystallinisch aggregirte Mineralien sich auch in den kryptomeren Massen aggregirt finden, und also durch Umwachsung auch diejenigen Species paragenetisch verwandt finden, die sich durch Verwachsung als solche erkennen liessen. Auf der andern Seite aber liegt der Gedanke nahe, in solchen Mikrolithen die Träger jener in kleinen Mengen durch scharfe Analysen in Mineralien oft nachgewiesenen befremdenden chemischen Bestandtheile zu suchen, und zweifelsohne ist bereits in einzelnen Fällen nachgewiesen, dass z. B. der Chromgehalt gewisser Olivine und Serpentine auf eingewachsenen Picotit- und Chromitmikrolithen beruht.

Die Entstehung aller eigentlichen Mikrolithe ging der krystallinischen Erstarrung ihres Wirthes voraus oder war gleichzeitig mit dieser, und ihre Einschliessung war die Folge des rascheren Wachsthums und der Attraction desselben. Man muss sie daher auch wohl

unterscheiden von mehr oder weniger regelmässig begrenzten Einschlüssen, deren offenbar secundäre Entstehung einer Infiltration von Flüssigkeiten und Absatz fester, darin gelöst gewesener Stoffe zuzuschreiben ist, und die man daher besonders häufig in Mineralien mit vollkommener Spaltung wie Glimmer und Feldspath findet. Ebensowenig darf man zu den Mikrolithen etwaige Zersetzungs- und Umwandlungsprodukte zählen, wie sie oft in scheinbar ganz frischen Mineralien vorkommen. Eine Unterscheidung dieser Dinge ist meistens mit Sicherheit aus der genauen Beobachtung der genetischen Verhältnisse zu gewinnen.

Die nicht individualisirten starren Interpositionen in den Mineralien ermangeln nicht nur der gesetzmässigen wesentlichen Form, sondern auch jeder krystallinischen Structur. Dieselben sind in jenen Mineralien, welche unzweifelhaft pyrogener Natur sind, eine überaus häufige Erscheinung; selbstverständlich können sie auch nur in solchen vorkommen und stehen ihnen gegenüber ganz genau in dem Verhältniss, wie die Einschlüsse von Mutterlauge gegenüber den aus wässriger Lösung auskrystallisirten Mineralien. Man kann daher auch mit vollem Rechte aus der Anwesenheit dieser nichtindividualisirten starren Einschlüsse einen untrüglichen Schluss auf den Entstehungsprocess des Wirthes machen und diesen auf das Gestein ausdehnen, in welchem er als ursprünglicher Gemengtheil vorkommt. Da sowohl Luftporen wie auch Mikrolithen in Mineralien vorkommen können und wirklich vorkommen, die nachweisslich auf ganz verschiedenem Wege sich bildeten, so lassen sich diese nicht als zwingende Beweise für eine bestimmte Entstehungsart ihrer Wirthe anführen. Man hat diese nicht-individualisirten starren Einschlüsse, da sie glasig, d. h. unkrystallinisch erstarrte Partikeln eines Schmelzflusses sind, nach Sorby's Vorgang (glass cavities) Glasporen genannt, ein in seinem letzten Theile trotz der von Sorby angeführten Analogie mit gas-cavities und fluid-cavities nicht glücklich gewähltes Wort, welches man besser mit „Glaseinschlüssen" vertauscht.

Die Form solcher Glaseinschlüsse, sowie auch ihre absolute Grösse ist eine höchst variable; man findet sie rundlich, cylindrisch, schlauchförmig, kolbenförmig, unregelmässig gewunden, vielarmig verzweigt u. s. w., also in ganz ähnlichen Formen, wie die Luftporen. Auch bei ihnen beobachtet man hie und da, dass sie ein negativer Abdruck ihres Wirthes sind und so sieht man dihexaedrische Glaseinschlüsse im Quarz gewisser Gesteine, parallelopipedische in manchen Sanidinen und anderen Feldspathen. — Eine Erscheinung, die man ausserordentlich häufig an solchen Glaseinschlüssen gewahrt, sind jene kleinen

Bläschen, welche ihnen oft einzeln, oft zu mehreren anhängen, ja hie und da in so grosser Zahl, dass der Glaseinschluss wie durchsiebt aussieht. Die Anwesenheit solcher Bläschen erklärt sich von selbst durch die Entstehung der Glaseinschlüsse, an denen sie haften. Scheidet sich ein Krystall durch allmähliges Wachsthum aus einer schmelzflüssigen Lösung ab, so umschliesst er kleine Theile davon in derselben Art, wie ein Salpeterkrystall seine Mutterlauge. Nimmt nun aber in Folge des Sinkens der Schmelzzone in dem Krater oder der Ejection der ganzen Masse die Temperatur rasch ab, so erstarrt der flüssige Einschluss von geschmolzener Masse zu einem homogenen Glase, und die dabei eintretende Contraction oder Volumverminderung gibt Gelegenheit zur Bildung eines oder mehrerer Bläschen von mehr oder weniger vollkommen rundlicher Form. Es muss also die Anwesenheit des Bläschens als die Regel betrachtet werden, sein Fehlen als eine Ausnahme, welche sich entweder dadurch erklärt, dass die schmelzflüssige Masse schon dem Erstarren nahe war, als sie eingeschlossen wurde, so dass keine starke Contraction mehr stattfand, oder aber bei sehr kleinen Glaseinschlüssen dadurch, dass die Adhaesion des Einschlusses an den Wandungen die Contraction und in Folge davon die Bläschenbildung verhinderte. Gegen diese von Sorby herrührende Erklärung der Bläschen hat man nicht ohne Grund von manchen Seiten eingewandt, dass die Grösse der Contraction eines erstarrenden Glaseinschlusses nicht hinreichend scheint, um das oder gar die daran haftenden Bläschen möglich zu machen, zumal da ja gleichzeitig der Bläschenbildung entgegenwirkend auch eine Contraction des einschliessenden Krystalls stattfindet. Es ist bekannt, dass Gasbläschen in ungeheuren Mengen Gesteinschmelzflüsse durchschwärmen und ihren Weg nach oben suchen. Man kann sich daher wohl auch vorstellen, dass solche Gasbläschen an Glaspartikeln haften blieben und so mit diesen eingeschlossen wurden.

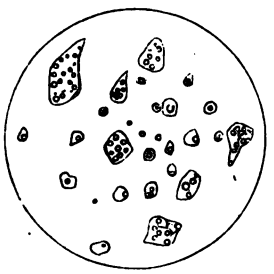


Fig. 16.
Glaseinschlüsse in Plagioklas von Widodarin, Java.

Nicht immer aber sind solche Einschlüsse des allgemeinen Gesteinsmagmas, woraus auch die Wirthe sich ausschieden, durchaus glasig; vielmehr beobachtet man hie und da auch schon an ihnen eine beginnende Individualisation, die sich durch krystallinische Ausscheidungen innerhalb derselben zu erkennen gibt. Dieselben treten in wechselnder Art der Ausbildung auf und sollen bei Besprechung der analogen Vorgänge in selbstständigen Glasmassen erwähnt werden.

Man kann sich diese Vorgänge erklären, wenn man die Abkühlung hinreichend langsam annimmt, um krystallinischer Moleculargruppirung Zeit zu lassen. Dass durch solche Vorgänge das ursprünglich vorhandene Bläschen oft ganz oder theilweise obliterirt werden kann, ist leicht begreiflich. Solche durch totale oder partielle Entglasung veränderte Glaseinschlüsse nennt Sorby stone-cavities, und danach ist der deutsche Name Steinpore gebildet worden, statt dessen die Bezeichnungen Schlackeneinschluss, halb- resp. ganz entglaster Einschluss wohl vorzuziehen wären. Nicht zu verwechseln mit solchen molekular veränderten Glaseinschlüssen sind solche Vorkommnisse, bei denen Mikrolithe mit anhängenden Glaspartikeln zusammen eingeschlossen wurden.

Die Anordnung solcher Ein chlüsse jeder Art, seien es Mikrolithe, Luftporen, Glas- oder Schlackeneinschlüsse steht in vielen Fällen in der innigsten Beziehung zu dem krystallinischen Bau ihrer Wirthe. So findet man oft, dass sie sich im Centrum ihres Wirthes dicht aneinander zwängen, während sie nach der Peripherie hin seltener werden und endlich ganz fehlen. Auch der umgekehrte Fall ist häufig, dass sie sich nämlich peripherisch häufen, dagegen central fehlen. Endlich ist auch die Erscheinung nicht selten, dass die Einschlüsse in Zonen abwechselnd concentrische Figuren bilden, deren Form genau mit der äusseren Umgrenzung ihres Wirthes übereinstimmt. Diese Verschiedenheit erklärt sich aus den Wachsthumsverhältnissen und stimmt genau mit den Erscheinungen, die man an künstlich gezogenen Krystallen gemacht hat. Die Zahl der von einem Krystall aufgenommenen Einschlüsse steht im geraden Verhältniss zu seiner Wachsthumsgeschwindigkeit, und man wird also schliessen dürfen, dass bei centraler Anhäufung der Einschlüsse der Krystall anfangs rasch, später langsamer, bei peripherischer Häufung derselben umgekehrt anfangs langsam, später rascher wuchs. Die zonare Anordnung der Einschüsse lässt stets auf eine wiederholte Intermittenz in seiner Bildung schliessen.

Alle drei Arten der Anordnung, die centrale, die peripherische und die zonare finden sich oft bei den Feldspathen der vulkanischen Gesteine, sowie auch bei den Augiten derselben. Meistens ist in einem und demselben Gesteine die Anordnung eine gleiche, also nicht etwa bei einem Feldspathindividuum central, bei einem andern peripherisch u. s. w., wie das ja auch bei Individuen, die unter den gleichen Verhältnissen entstanden, kaum anders zu erwarten ist; trotzdem fehlt es auch nicht an Beispielen für das gegentheilige Verhältniss. Bei Mikrolitheneinschlüssen pflegt die Gesetzmässigkeit der Anordnung oft noch durchgreifender zu sein, so zwar, dass ihre krystallo-

graphischen Constanten in ganz bestimmter und fester Beziehung zu denen ihrer Wirthe stehen; — eine Erscheinung, die an makroskopische Beobachtungen erinnert, welche in ganz analoger Weise bei der Verwachsung verschiedener Species gemacht wurden.

Es versteht sich natürlich von selbst, dass Einschlüsse einer Art nicht die einer andern Art ausschliessen, vielmehr findet man oft alle genannten Interpositionen, Luftporen, Mikrolithe, Glaseinschlüsse, ja selbst noch Flüssigkeitseinschlüsse in demselben Mineralindividuum. Doch gehören Erscheinungen, wie sie am Leucit ZIRKEL, an gewissen Sanidinen ich beobachtete zu den Seltenheiten, dass nämlich zonenmässig die verschiedenen Arten der Einschlüsse wechseln.

Es ist eine überaus häufige Erscheinung bei den künstlichen Krystallen, die wir in den Laboratorien ziehen, dass dieselben Theile der Mutterlauge einschliessen; ja solche Einschlüsse werden oft so zahlreich, dass die Krystalle dadurch milchig getrübt aussehen und ganz undurchsichtig werden. SORBY, welcher behufs der Erklärung analoger Erscheinungen im Mineralreiche genau diese Vorgänge studirte, fand, dass die Zahl derselben im geraden Verhältniss zur Wachsthumsgeschwindigkeit ihrer Wirthe, ihre absolute Grösse dagegen im umgekehrten Verhältniss dazu stehe. Auch bei natürlichen Krystallen waren Flüssigkeitseinschlüsse, eine schon den Alten bekannte Erscheinung, wenigstens am Bergkrystall. Aber ihre allgemeine Verbreitung wurde erst durch das Mikroskop dargethan, und eine genaue wissenschaftliche Untersuchung derselben datirt erst von DAVID BREWSTER (1822), der dieselben am Topas besonders, dann an manchen anderen Mineralien studirte. Auch heute noch nehmen die Flüssigkeitseinschlüsse in ebenso hohem Grade das Interesse der Forscher in Anspruch wie im Beginn der mikroskopisch-mineralogischen Untersuchungen, ein Interesse, welches sich vollkommen dadurch erklärt, dass gerade sie in höchst überraschender Weise im Stande sind, Licht über die Entstehungsverhältnisse der Mineralien im dunklen Schooss der Erde zu verbreiten. Vor allen Dingen muss constatirt werden, dass nicht nur, wie man erwarten möchte, in hydatogenen Mineralien Flüssigkeitseinschlüsse vorkommen, sondern auch in solchen, die sich unzweifelhaft aus einem Schmelzfluss krystallinisch ausschieden.

Die Form der Flüssigkeitseinschlüsse (fluid cavities, Wasserporen) ist eine womöglich noch wechselndere, als die der Luft- und Gasporen. Innerhalb des winzigen Gesichtsfeldes in einem Dünnschliff bei starken Vergrösserungen beobachtet man die verschiedenartigsten Gestalten und Dimensionen dieser interessanden Gebilde. Im Ganzen

aber wiegen rundliche, elliptische und schlauchförmige Formen vor; seltener begegnet man langcylindrischen, unregelmässig eckigen, mehrfach verzweigten Gestalten. Auch hier bei den Flüssigkeitseinschlüssen findet sich die Erscheinung, dass ihre Form ein mikroskopisches Negativ von der ihres Wirthes ist; so sind sie im Steinsalz häufig kubisch. Da im Allgemeinen der Unterschied im Brechungsexponenten der festen und flüssigen Körper nicht so gross ist; wie bei gasförmigen und festen, so müssen sich im Grossen und Ganzen Flüssigkeitseinschlüsse gegenüber den Luftporen durch weniger breite dunkle Ränder, also auch relativ grössere helle Centra charakterisiren. Andrerseits aber ist wohl zu berücksichtigen, dass diese Erscheinung nicht lediglich von dem Aggregatzustande des Einschlusses, sondern auch von der Form desselben abhängt, so dass die tieferen Flüssigkeitsporen mit stark zur Sehlinie geneigten Wandungen ebenso dunkle Ränder haben können, wie flachere Gas- oder Luftporen. Eine sichere Unterscheidung dieser beiden Dinge ist also im Allgemeinen darauf nicht zu gründen. Zu denjenigen Kennzeichen, die am besten zur Entscheidung über den Aggregatzustand eines Einschlusses verwerthet werden können, gehören die Bläschen, welche sich, aber natürlich mit andern Eigenschaften, in den Füssigkeitseinschlüssen ebenso finden, wie in den Glaseinschlüssen.

Solche Bläschen müssen in Flüssigkeitseinschlüssen stets dann auftreten, wenn der sie beherbergende Krystall sich bei einer höheren Temperatur bildete, als die ist, bei welcher wir ihn beobachten; denn in diesem Falle musste bei der der Krystallbildung folgenden Temperaturerniedrigung eine Volumverminderung in der eingeschlossenen Flüssigkeit stattfinden. Dasselbe könnte natürlich geschehen, wenn eine partielle Verdunstung der eingeschlossenen Flüssigkeit durch capillare Spalten eintreten konnte, die auf der Oberfläche des Krystalls münden. Waren aber die Wände des Einschlusses impermeabel, so kann ein Bläschen selbstverständlich nur von der Contraction der Flüssigkeit herrühren. Vorausgesetzt, es kämen keine weiteren Momente in Betracht, so müsste das Grössenverhältniss von Bläschen und Flüssigkeit zu einander ein constantes sein, so dass man durch Rechnung mit diesen durch Messung zu findenden Factoren einen Schluss auf die Temperatur machen könnte, unter welcher der Krystall gebildet, also das Fluidum intercludirt wurde. Sorby, der diese Methode bei natürlichen

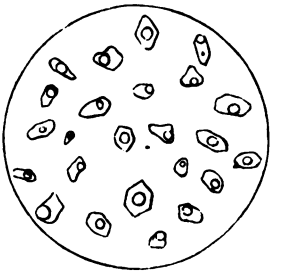


Fig. 17.
Flüssigkeitseinschlüsse in Apatit von Pfitsch.

Vorkommnissen wirklich anwandte, hat an geeigneten künstlichen Präparaten einschlagende Messungen gemacht, (er benutzte Einschlüsse von cylindrischer Form mit anscheinend gleichbleibendem Lumen, und in Krystallen, die sich bei einer bestimmten Temperatur gebildet hatten, sowie dieselbe auch bei der Messung genau festgestellt wurde) fand aber, dass die Contraction kleiner war, als sie nach der Rechnung sein musste, und schrieb dieses der Adhaesion der Flüssigkeit an ihren Wandungen zu. Diese Adhäsion kann nach seiner Meinung gross genug sein, um bei sehr kleinen Einschlüssen die Bildung eines Bläschens ganz zu verhindern. Erwärmt man einen Krystall mit Flüssigkeitseinschlüssen, die Bläschen führen, so muss natürlich das Bläschen verschwinden und die Flüssigkeit den Hohlraum wieder ganz ausfüllen, sobald die Temperatur erreicht ist, bei welcher sich der Krystall bildete, vorausgesetzt, dass bei seiner Bildung die gleichen Druckverhältnisse herrschten, wie bei dem Versuche. Das ist nun aber eben nicht der Fall, und daher führt das Experiment nicht zum Ziele, und man muss dasselbe durch Rechnung zu erreichen suchen. Schliessen Krystalle bei gewöhnlichem Druck und gewöhnlicher Temperatur Theile ihrer Mutterlauge ein und sind die Wandungen des Hohlraums impermeabel, so füllte die Flüssigkeit den Raum ganz aus, und ein Bläschen kann sich natürlich nicht bilden, es sei denn durch künstliche Temperaturerniedrigung.

Nun sind aber die Fehlerquellen bei mikroskopischen Messungen solcher Objecte einerseits sehr bedeutend, andrerseits führen die theoretischen Betrachtungen stets auf eine Gleichung mit zwei Unbekannten, und endlich beruhen die zu Grunde gelegten Werthe auf Beobachtungen, die ihre Gültigkeit nur für kleine Druck- und Temperaturgrössen garantiren, so dass solche Speculationen nur eine untergeordnete Bedeutung haben können. Sorby verfuhr bei seinen Berechnungen in folgender Weise. Setzt man das Volumen der in einem Hohlraum eingeschlossenen Flüssigkeit = 1, und die relative Grösse des Bläschens auf diese Einheit bezogen = V, so muss, wenn der Ausdehnungscoefficient der Flüssigkeit bekannt und V genau gemessen ist, die Temperatur sich berechnen lassen. Durch eine Reihe von Versuchen bestimmte er nun die Ausdehnungscoefficienten für Wasser und gewisse Salzlösungen bis zu einer Temperatur von 200° C., und fand, dass die Volumzunahme sich ziemlich genau durch die Gleichung $V = B \cdot t + C \cdot t^2$ ausdrücken liesse, worin t die Temperatur in Graden des hunderttheiligen Thermometers ausdrückt, während B und C constante Grössen sind, die von der chemischen Natur der Flüssigkeit abhängen und für Wasser z. B. $B = 0{,}0001344$, $C = 0{,}000003245$

für eine 25procentige Lösung von Kochsalz B = 0,0003520 und C = 0,000001370 betragen. Hätte man also einen Flüssigkeitseinschluss von reinem Wasser oder der genannten Salzlösung, und wäre die Grösse des Bläschens = V genau gemessen, so könnte man aus der angeführten Gleichung die Temperatur berechnen, bei welcher die Flüssigkeit den ganzen Hohlraum erfüllen würde, oder was dasselbe ist, bei welcher der Flüssigkeitseinschluss sich bildete.

Natürlich gilt aber dieser Schluss nur für den Fall, dass die Flüssigkeit lediglich unter dem Druck ihrer eigenen Dämpfe stehe und gestanden habe. Da aber die Flüssigkeiten einschliessenden Krystalle sich unzweifelhaft oft unter grossem Drucke bildeten, so muss die dadurch bedingte Compression der Flüssigkeit in Rechnung gezogen werden. Die Compression reinen Wassers ist für den Druck einer Atmosphäre = 0,0000502 seines Volumens, nimmt aber bei wachsender Temperatur ab; für Salzlösungen ist sie geringer, nimmt aber bei wachsender Temperatur zu; für eine concentrirte Lösung von Kochsalz beträgt sie 0,0000379. Da nun bei hohen Temperaturen diese Werthe convergiren und, wie vorausgeschickt werden muss, SORBY bei chemischer Untersuchung von Flüssigkeitseinschlüssen sehr oft eine wässrige Lösung von Chlorüren der Alkalien und Kalksulphat fand, so legte er seinen Rechnungen das arithmetische Mittel dieser Werthe zu Grunde, von welchem noch die Compression des einschliessenden Krystalls, welche gleich der des Glases angenommen wurde, abgezogen werden musste. Das führte zu der Annahme einer wirklichen Compression von 0,0000358 für den Druck jeder Atmosphäre. Nimmt man als Druckeinheit nicht das Gewicht einer Atmosphäre, sondern den Druck einer Gesteinssäule von einem Fuss Höhe und dem specifischen Gewicht 2,5, so geht dieser Werth nach der Proportion 32:2,5 = 0,0000358:x über in 0,00000271, d. h. eine Flüssigkeit von mittlerem Salzgehalt erleidet unter dem Druck einer Gesteinssäule von 2,5 sp. G. und einem Fuss Höhe eine Compression von 0,00000271 ihres Volumens. Würde also die Flüssigkeit, welche im Begriff steht eingeschlossen zu werden, durch die Temperatur eine Ausdehnung ihres Volumens 1 zu (1 + V) erfahren, so würde dieses durch den Druck je eines Fusses Gesteins von 2,5 sp. G. vermindert werden um (1 + V) 0,00000271; in einer Tiefe von p Fuss wäre also das wirkliche Volumen der zum Einschluss gelangenden Flüssigkeit nur 1 + V — (1 + V) . 0,00000271 . p. Ist der Einschluss vollzogen, so hört natürlich der Druck auf, und sinkt nun zugleich die Temperatur, so wird man die Grösse des sich bildenden Bläschens finden, wenn man von obigem Werthe das Volumen der Flüssigkeit = 1 subtrahirt. Die

Grösse des Bläschens würde also in Bezug auf dieses Volumen als Einheit ausgedrückt werden durch $V - (1 + V) \cdot 0{,}00000271 \cdot p$.

Mit Einführung dieses Factors für den Druck lässt sich nun die wirklich am Bläschen gemessene Grösse (v) ausdrücken durch

$$v = V - (1 + V)\, 0{,}00000271 \cdot p$$
$$= Bt + Ct^2 - 0{,}00000271 \cdot p - (Bt + Ct^2)\, 0{,}00000271 \cdot p$$
$$= (Bt + Ct^2)\,(1 - 0{,}00000271 \cdot p) - 0{,}00000271 \cdot p,$$

worin V die auf die Grösse der Flüssigkeit als Einheit bezogene Grösse des Bläschens, wenn $p = o$, t die Temperatur in Graden des hunderttheiligen Thermometers, p den ausser der Spannkraft der eigenen Dämpfe auf die Flüssigkeit wirkenden Druck in Einheiten von einer Gesteinssäule von 1 Fuss Höhe und 2,5 sp. G. bedeuten, von denen also 13,2 gleich dem Druck einer Atmosphäre sein würden. Man sieht sofort, dass das wirkliche Volumen des Bläschens eine Funktion von der Temperatur und dem Druck ist, welche bei der Bildung des Einschlusses herrschten, dass man also den Druck nur berechnen kann, wenn man die Temperatur kennt und umgekehrt.

So wenig aber das Fehlen eines Bläschens gegen den flüssigen Aggregatzustand eines Einschlusses spricht, ebensowenig ist seine Anwesenheit sofort ein Beweis für denselben, denn auch in den Glaseinschlüssen finden sich Bläschen. Während aber bei diesen oft in einem und demselben Einschlusse mehrere Bläschen beobachtet werden, kann natürlich in einem Flüssigkeitseinschlusse nur eines sein, und dieses muss eine vollkommen runde Gastalt haben, mag der Einschluss selbst wie immer geformt sein. Ueberdiess müssen aus schon angegebenen Gründen unter sonst gleichen Verhältnissen die Bläschen in Glaseinschlüssen breitere dunkle Ränder haben, als in Flüssigkeitseinschlüssen. Ferner aber charakterisiren sich die Bläschen in Flüssigkeitseinschlüssen durch zwei weitere Eigenschaften, die sie vollständig scharf von denen in Glaseinschlüssen unterscheiden lassen. Bei letzteren muss bei eintretender Veränderung in der Temperatur nicht nur das Volumverhältniss zwischen Bläschen und Einschluss constant bleiben, sondern es muss auch dabei das Bläschen unverrückt an seinem Platze verharren, so lange die Temperatur nicht den Schmelzpunkt des Glaseinschlusses erreicht hat. Bei den Flüssigkeitseinschlüssen mit Bläschen dagegen wird dieses bei Erwärmung nicht nur in Folge eintretender Strömungen eine Bewegung in der Regel wahrnehmen lassen, sondern es muss auch nothwendig eine, wenn auch oft schwer mit Sicherheit nachzuweisende Veränderung in dem Volumverhältniss von Bläschen und Flüssigkeit eintreten. — Endlich aber beobachtet man oft, und das ist ein durchaus vollgültiger Beweis für den flüssigen Aggregatzustand

der Einschlüsse, auch bei gewöhnlicher Temperatur an den Bläschen derselben eine spontane Bewegung, die graduell allerdings sehr verschieden sein kann, aber in jedem Grade das Bläschen zu einer eigentlichen Libelle stempelt.

Bei vielen, zumal kleineren Flüssigkeitseinschlüssen ist diese Bewegung eine ausserordentlich rapide; die Libelle fährt ununterbrochen und ohne alle anscheinende Ursache in lebhaftest tänzelnder Bewegung von einem Ende des Einschlusses zum andern in allen möglichen Richtungen, so dass man den Eindruck empfängt, als beobachte man etwa ein sehr munteres Infusorium in einem Wassertropfen unter dem Mikroskope. Bei anderen Flüssigkeitseinschlüssen dagegen schwingt die Libelle, man möchte sagen mit einer pendelartigen Gravität, von einer Seite auf die andere, und wieder in manchen lässt sich selbst bei sehr kräftiger Erschütterung des Präparates kein Schwanken der Libelle bemerken. * Alle diese Bewegungsphänomene sind wohl nur die Folge der fortwährenden kleinen und sonst unmerklichen Erschütterungen des Instrumentes.

Der Gedanke liegt nahe, dass die verschiedengradige Beweglichkeit der Libelle durch die grössere oder geringere Consistenz des Fluidum, seine Leicht- oder Zähflüssigkeit bedingt werde. Doch muss man nicht übersehen, dass auch die Gestalt und Beschaffenheit der Wandungen, ihre Glätte oder Rauheit, ihre unregelmässig zackig aus- und einspringenden Contouren von nicht zu unterschätzendem Einfluss auf die Mobilität der Libelle sein müssen. Während alle übrigen Eigenschaften der Flüssigkeitseinschlüsse in gewissem Grade auch theilweise den Gasporen, theilweise den Glaseinschlüssen zukommen, werden sie nur durch ihre beweglichen Libellen mit unumstossbarer Sicherheit als solche dargethan.

Die Anordnung der fast stets in grösseren Mengen neben einander liegenden Flüssigkeitseinschlüsse pflegt für gewöhnlich nicht in einer so ersichtlichen Beziehung zu der Krystallgestalt ihres Wirthes zu stehen, wie das bei den Mikrolithen und Glaseinschlüssen der Fall war. Dieselben liegen sehr oft perlschnurförmig hinter einander oder bilden dichte Reihen und Wände, die in mannigfacher, aber in jedem concreten Fall meist gleichbleibender Richtung durch das Präparat sich hinziehn, so dass bei jeder Bewegung der Mikrometerschraube immer wieder neue Reihen derselben in den Focus des Instrumentes treten.

* Wo solche Einschlüsse in doppelt brechenden Mineralien liegen, thut man gut, zur Vermeidung doppelter Bilder und dadurch bedingter Störungen und Täuschungen im polarisirten Lichte zu beobachten.

Dass solche Flüssigkeitseinschlüsse stets primär seien, dürfte kaum angenommen werden können; vielmehr ist es sehr wohl denkbar, dass primäre Luftporen oder auch durch chemische Einwirkungen secundär entstandene Hohlräume in Mineralien von capillaren Gängen her mit Flüssigkeit injicirt wurden. Nur die Untersuchung des speciellen Falles lässt jedesmal und oft nur mit grosser Schwierigkeit darüber entscheiden, ob das eine oder das andere wahrscheinlich sei.

Sobald man auf das häufigere Vorkommen von Flüssigkeiten aufmerksam geworden war, suchte man natürlich auch über die chemische Natur dieser Flüssigkeiten Aufklärung zu bekommen. Denn dass sie alle reines Wasser sein sollten, war von vorn herein nicht wahrscheinlich; ja da man unmöglich annehmen konnte, dass alle Krystalle, die solche Erscheinungen zeigten, sich aus einer ganz gleichen Mutterlauge abgeschieden hätten, war zu erwarten, dass man in verschiedenen Fällen sehr verschiedenen Flüssigkeiten in den Einschlüssen begegnen würde.

Anfangs versuchte es Sir Humphry Davy (l. c.) die chemische Natur solcher grösseren makroskopischen Flüssigkeitseinschlüsse auch auf rein chemischem Wege zu bestimmen. Zu diesem Zwecke wurden dieselben gemessen, ihre Umrisse auf ihrem Wirthe abgezeichnet, dann mit Diamanten unter einer Absperrungsflüssigkeit angebohrt. Die Gase wurden durch eingeführte Fäden, die Flüssigkeiten durch Capillarröhren aus den Hohlräumen übergeführt und zur Untersuchung gebracht. Solche Hohlräume in Bergkrystallen von Schemnitz (Amethyst), Guanaxuato (?) und in Chalcedonen aus pyrogenen Gesteinen, deren Wände sich als impermeabel unter der Luftpumpe erwiesen hatten, wurden theils unter Oel, theils unter destillirtem Wasser, theils unter Quecksilber geöffnet. Stets stürzte bei Oeffnung des Einschlusses die Sperrflüssigkeit energisch in denselben und die Libelle wurde auf den $^1/_8$ bis $^1/_{10}$ Theil ihres ursprünglichen Volumens verdichtet; ja bei einigen Chalcedonen hatte das eingeschlossene Gas nur den 60ten bis 70ten Theil der Dichte der atmosphärischen Luft. Das Gas schien stets Stickstoff zu sein, der nach Davy's Annahme von eingeschlossener atmosphärischer Luft herrühren konnte, deren Sauerstoff von der Flüssigkeit absorbirt war. Die Flüssigkeit selbst erwies sich in den Krystallen von Schemnitz als reines Wasser mit Spuren gelöster alkalinischer Sulphate, in den andern Fällen erzeugte sie eine kaum merkliche Trübung in Silbernitrat und Chlorbaryum. — In manchen Chalcedonen und allen Galciten waren die Einschlusswandungen permeabel für Gase und daher die eingeschlossenen Bläschen atmosphärische Luft von der normalen Dichte. — In einem Bergkrystall von La Gardette

(Dauphiné) fand sich eine braune klebrige Flüssigkeit mit grosser Blase; erstere gefror und wurde opak bei 13°,3 C. Nach Durchbohrung drang das Wasser sofort ein, erfüllte den ganzen Raum und wurde trübe. Die eingeschlossene Flüssigkeit schwamm auf Wasser, roch nach Naphtha und verbrannte mit weisslichem Rauch. — In einem Krystall (quid?) von Capao d'Hollanda (richtige Schreibart für den meistens unrichtig angegebenen Fundort Capao do lan) wurde eine Flüssigkeitspore mit sehr kleinem Bläschen angebohrt. Dieses, statt wie die andern comprimirt zu werden, dehnte sich auf das 10 bis 12fache seines früheren Volums aus; seine chemische Natur konnte nicht bestimmt werden; die Flüssigkeit war Wasser.

William Nicol öffnete vermittelst eines feinen Risses Flüssigkeitseinschlüsse mit Libellen in Baryt und Fluorit (cf. Pogg. Ann. XIII. 510. 1828 und Edinb. new. philos. Journ. V. 94), wobei die Libelle so stark expandirte, dass sie sämmtliche Flüssigkeit aus der Höhlung trieb. Diese krystallisirte dann ohne merkliche Volumabnahme zu Baryt, resp. Fluorit. Auch die Flüssigkeitseinschlüsse in Steinsalz unterzog er einer Prüfung. Bei denjenigen, welche eine Libelle hatten, nahm diese bei Erwärmung an Volumen ab und verschwand gänzlich, wenn der Krystall so weit erwärmt war, dass man ihn nicht mehr in der Hand halten konnte. Die Expansivkraft der Libellen war nicht gross; die Flüssigkeit krystallisirte beim Erhitzen zu feinen Nadeln, die sofort wieder zerflossen; nach chemischen Versuchen enthielt sie MgCl und wenig CaCl*.

Ausserordentlich genaue und werthvolle Untersuchungen über die Flüssigkeitseinschlüsse in Krystallen verdankt die Wissenschaft Sir David Brewster. Derselbe machte seine Untersuchungen besonders an jenen wasserhellen bis bläulichen Topasgeschieben vom Rio Belmonte in Brasilien, welche unter dem Namen Pingos d'agoa bekannt sind, zog aber ferner eine grosse Reihe anderer Mineralien, wie Quarz, Cymophan, Peridot, Smaragd, Beryll, Feldspath u. A. in den Bereich seiner Forschungen. Er erkannte, dass in den Flüssigkeitseinschlüssen zwei physikalisch sehr verschiedene Fluida bald einzeln, bald nebeneinander, aber ohne sich zu mischen, vorkommen. Die eine zeigte eine sehr geringe Adhaesion an den Wandungen der sie enthaltenden Höhlungen, eine ungemeine Beweglichkeit und eine auffallende Ausdehnung bei Erwärmung, sowie ein sehr geringes Brechungsvermögen, während die Eigenschaften der andern Flüssigkeit meistens sehr gut mit denen des Wassers stimmten, bald des reinen, bald eines

* cf. Edinb. new philos. Journ. VII. 111 und Pogg. Ann. XVIII. 606. 1830.

solchen mit mehr weniger concentrirten Lösungen. Die Ausdehnung der sehr expansiblen Flüssigkeit wurde von BREWSTER genau gemessen, indem er das Volumverhältniss der Libelle zu dem Fluidum bestimmte und nun bis zum Verschwinden der Libelle erwärmte. Es ergab sich, dass bei einer Erwärmung von 50° F bis 80° F (10° C—26°,7 C.) die Flüssigkeit sich um ein Viertel ihres ursprünglichen Volumens, von 1 auf 1,25, ausgedehnt hatte, also 82mal stärker als Wasser, dessen Volum bei 10° C. und 26°,7 C. sich verhält, wie 1,000145 : 1,003190 oder wie 1,000000 : 1,0030445. — Betrug dagegen ursprünglich, d. h. bei gewöhnlicher Temperatur das Volumen der Flüssigkeit nur 1/3 bis 1/4 des ganzen Hohlraums, also das der Libelle 2/3 bis 3/4, so trat bei Erwärmung die entgegengesetzte Erscheinung ein; statt sich auszudehnen und die Libelle zu absorbiren, nahm das Volumen der Flüssigkeit ab und sie verdampfte gänzlich. — Der Brechungsexponent dieser expansiblen Flüssigkeit wurde im Topas zu 1,1311 bestimmt, während der der andern nicht expansiblen Flüssigkeit sich auf 1,2946 stellte, also weit näher dem des Wassers, welchen BREWSTER = 1,3358 fand. — Oeffnete BREWSTER die Einschlüsse im Topas und gelangte die expansible Flüssigkeit auf die Krystalloberfläche, so breitete sie sich aus, kam in wallende Bewegung und verdunstete in 10 - 12 Minuten, meistens mit Hinterlassung eines Rückstandes von kleinen getrennten festen Theilchen, die bei Annäherung eines warmen Gegenstandes wieder flüssig wurden. Wärme verflüchtigte diese Theilchen und in Salzsäure, Schwefelsäure und Salpetersäure lösten sie sich ohne Brausen.

Trotz dieser scharfen und höchst sinnreich ausgeführten Messungen und Beobachtungen zog BREWSTER keinen weiteren Schluss auf die chemische Natur der expansiblen Flüssigkeit als den, dass sie nicht eine eigentliche Flüssigkeit, sondern ein reducirtes Gas sein müsse, wobei er sich besonders auf die grosse Expansibilität derselben und das umgekehrte Verhältniss (Ausdehnung und Verdunstung) je nach dem Volumverhältniss von Libelle und Flüssigkeit stützte. Zum Beweis, wie enorm die Spannkraft derselben sein müsste, citirt er einen Fall, wo ein Knabe einen Bergkrystall von Quebec mit solchen Einschlüssen in den Mund nahm und bei der dadurch bedingten Erwärmung eine Zertrümmerung desselben mit solcher Heftigkeit erfolgte, dass die inneren Mundtheile des Knaben verwundet wurden.

Im Jahre 1835 veröffentlichte THILORIER* seine Untersuchungen über liquide und feste Kohlensäure. — Gestützt auf die BREWSTER'schen

* cf. Pogg. Ann. XXXVI. 141. 1835.

Messungen sprach SIMMLER* die Vermuthung aus, dass die von BREWSTER in manchen Mineralien, zumal im Topas aufgefundene, sehr expansible Flüssigkeit liquide Kohlensäure sei und begründete dieselbe durch eine Vergleichung der von BREWSTER gemessenen Werthe mit den von THILORIER für diesen Körper gefundenen. Aus BREWSTER's Messungen ergiebt sich für die Ausdehnung der expansiblen Flüssigkeit zwischen 10°6 und 26°,7 C der Werth von 0,01497 für je 1° C, nach THILORIER in den Grenzen von 0°C und 30° C von 0,015 für je 1° C. Auch die übrigen von BREWSTER angegebenen Eigenschaften, ihr Brechungsexponent, ihre Verdunstung u. s. w. passen vollkommen mit dem, was man von der liquiden Kohlensäure weiss, so dass SIMMLER's Vermuthung einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit hatte, zumal alle andern, in ähnlichem Grade expansiblen Flüssigkeiten (reducirte Gase) beim Oeffnen der Hohlräume sich durch den Geruch sofort hätten kenntlich machen müssen.

Wie schon erwähnt, fand BREWSTER zumal im Topas, dann auch in anderen Mineralien Flüssigkeitseinschlüsse, in denen die expansible Flüssigkeit zugleich mit einer andern (Wasser) vorkam, aber ohne sich mit derselben zu mischen und auch diese Eigenschaft spricht für die von SIMMLER gegebene Deutung der ersteren. Die eine, nicht merklich expansible, Flüssigkeit füllt dann die Extremitäten der Hohlräume, auf dieser schwimmt beweglich die expansible mit sphäroidaler Gestalt und in dieser erst befindet sich die bewegliche Libelle, so dass das Ganze aussieht, wie ein Flüssigkeitseinschluss mit gedoppelter Libelle. Dass man es in Wirklichkeit mit zweierlei Flüssigkeiten zu thun hat, beweist die Beweglichkeit der innern in der äussern. Die innere mit der Libelle ist nun stets die liquide Kohlensäure.

Nach DAVID BREWSTER nahm zuerst H. CL. SORBY wieder die Untersuchungen über die chemische Natur der Flüssigkeitseinschlüsse auf; er fand die Einschlüsse in Steinsalz meistens ohne Libelle ganz mit Fluidum und mit Schlamm erfüllt, oder mit einer sehr kleinen Libelle. Aehnlich lagen die Verhältnisse bei Calcit aus Tuffen, Gängen und Trappgesteinen, ferner bei Fluorit, Baryt, Coelestin und anderen Gangvorkommnissen, so dass bei Bildung dieser Einschlüsse, wenn man nicht sehr hohen Druck dabei voraussetzen will, eine normale Temperatur herrschen musste, die jedenfalls wohl nicht die des kochenden Wassers überschreiten konnte. In Quarzen aus Gängen und Adern fand er Flüssigkeitsporen, deren Inhalt sich als reines Wasser mit einem mehr weniger geringen Gehalt an Chloralkalien, Alkali-

* cf. Pogg. Ann. CV. 460. 1858.

und Kalksulphaten und freier Salzsäure herausstellte. Ebenso fand SORBY im Quarz, Feldspath und Glimmer der granitischen Gesteine, sowie in manchen Mineralien der Somma-Auswürflinge, die Flüssigkeit in den Hohlräumen als eine stark wässrige Lösung der genannten Salze, denen sich noch hie und da freie Schwefelsäure zugesellte. — Selten nur sah SORBY in den Quarzen aus Gängen und Adern die beiden sich nicht mischenden Fluida neben einander und bestätigte an ihnen die von BREWSTER gemachten Angaben. Eine weitere Reihe von interessanten Beobachtungen über die physikalischen Eigenschaften mancher Flüssigkeitseinschlüsse in Edelsteinen veröffentlichte SORBY in einem Aufsatze: On the Structure of Rubies, Sapphires, Diamond and some other minerals by H. CL. SORBY and P. J. BUTLER. Proceedings of the Royal Society. Nr. 109. 1869, pag. 291.

Den positiven Beweis dafür, dass die expansible Flüssigkeit in den Einschlüssen liquide Kohlensäure sei, gab erst VOGELSANG l. c.). Er fand in einem Bergkrystall von unbekanntem Fundorte (wahrscheinlich Madagascar oder Ceylon) zahlreiche Flüssigkeitseinschlüsse von 0,2 ^{mm} bis zu verschwindender Grösse, von unregelmässiger Gestalt, zuweilen als negative Krystallformen, Dihexaeder mit Säule. Flüssigkeit und Libelle waren verhältnissmässig dunkelrandig, die Libelle unbeweglich; sie änderte ihre Lage erst bei Temperaturveränderungen. Die Flüssigkeit netzte den Quarz nicht und liess also capillare Theile des Hohlraums unerfüllt, so dass sie sich in sphäroidaler Gestalt nach aussen abgrenzte. Bei Erwärmung aber trat das Fluidum mit convexem Meniscus in die capillaren Theile der Pore ein. Bei einer Erwärmung von 22° C. auf 32° C. dehnte sich die Flüssigkeit etwa um die Hälfte ihres Volumens aus, denn bei 22° C. war Fluidum zu Libelle etwa wie 2 : 1, bei 32° C. war die Libelle verschwunden. Die Ausdehnung war also eine noch stärkere, als sie THILORIER gefunden hatte, ein Umstand, der sich natürlich durch die mancherlei Fehlerquellen bei mikroskopischen Messungen, sowie daraus erklärt, dass bei VOGELSANG's Versuchen weder die Condensation des Gases, noch die Volumveränderung des Minerals in Rechnung gezogen war. Im Topas vom Rio Belmonte verschwand die Libelle zwischen 30° C. und 31° C.

Zur genauen Temperaturbeobachtung bediente sich VOGELSANG einer dem Objecttisch des Mikroskopes aufschraubbaren Kupferplatte, die zur besseren Isolirung mit einer Ebonitplatte bedeckt war. Die Stege S (s. Figur 18) dienen als seitliche Unterlagen für die Objecte. Das Thermometer T hat einen ringförmigen Quecksilberbehälter, welcher das Diaphragma des Apparates umfasst und an welchem jederseits drei Glasknöpfchen angeschmolzen sind, um welche ein feiner

Platindraht gewunden ist, der bei b mit Kupferdrähten verlöthet ist. Diese münden in den Klemmschrauben E, in welche man die Leitungsdrähte einer schwachen BUNSEN'schen Batterie einfügt. Der Strom erwärmt nun die Platindrähte und so auch das Thermometer und das

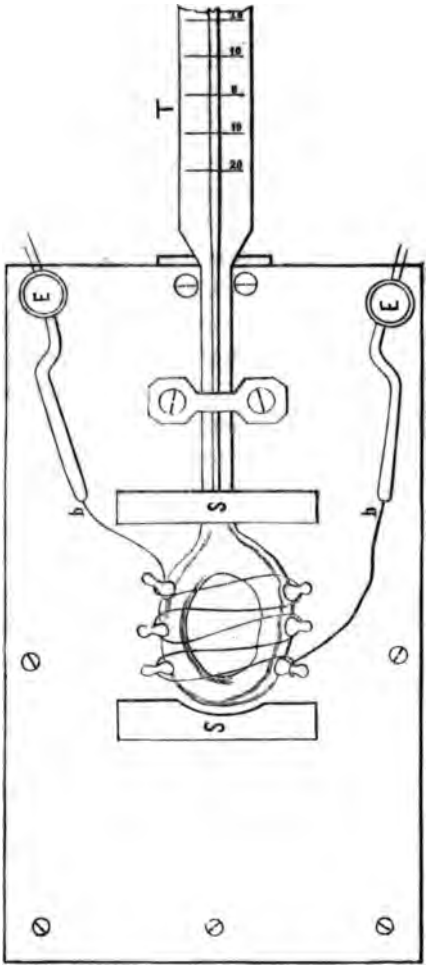


Fig. 18.

Object. Die Resultate, welche ein solcher Apparat giebt, sind sehr befriedigend, so lange das Objectiv des Mikroskops in hinreichender Entfernung vom Objecte ist. Bei Anwendung starker Systeme aber, also bei bedeutender Annäherung des Objectivs an das Object wirkt dasselbe als sehr einflussreiche Abkühlungsquelle, so dass bei An-

wendung verschiedener HARTNACK'scher Systeme (Nr. 4 mit 3 mm Focalabstand und Nr. 9 mit 0,1 mm Focalabstand) die Temperaturablesungen um 10°C variirten. Die obigen Angaben beziehen sich auf das Objectiv 4 HARTNACK.

Zum positiven Nachweis der Kohlensäure bedienten sich VOGELSANG und GEISSLER der Spectralanalyse. Das gröblich zerkleinerte Material wurde in die Retorte K gebracht, welche luftdicht in ein Seitenrohr der Spectralröhre S eingefügt war (s. Figur 19). Durch ein oberes Seitenrohr communicirte diese mit einer Luftpumpe, mit welcher die Verbindung durch den Hahn L hergestellt und unterbrochen werden konnte. Unter gelindem Erwärmen wurden die Röhren so weit evacuirt, dass der Strom kaum noch durchging. Dann wurde bei K stark erhitzt bis zur Decrepitation, nach deren Eintritt bei Schliessung des Stromes die Verbindung durch eine starke Lichtlinie in der Spectralröhre S hergestellt erschien. Diese ergab bei Untersuchung mit dem Spectralapparat das Spectrum der reinen Kohlensäure mit kaum einer Spur der rothen Wasserstofflinie. Als grössere Mengen desselben Quarz in geschlossener Röhre gesprengt und diese unter Kalkwasser geöffnet wurde, trat Trübung desselben ein.

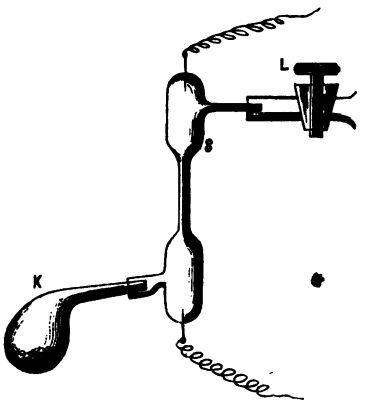


Fig. 19.

Die gleiche Untersuchungsmethode wurde von VOGELSANG noch angewandt auf Bergkrystall aus dem Maderaner Thal, Amethyst von Schemnitz, Bergkrystall von Poretta bei Bologna und Quarz aus dem Granit von Johann-Georgenstadt, bei deren Flüssigkeitseinschlüssen eine Veränderung des Volumenverhältnisses von Libelle und Flüssigkeit trotz Erwärmung auf 100° C nicht beobachtet wurde. Die Spectraluntersuchung ergab die Anwesenheit von viel Wasser und wenig Kohlensäure und VOGELSANG hält die Annahme für wahrscheinlicher, dass die Einschlüsse kohlensäurehaltiges Wasser und eine Libelle von gasförmiger Kohlensäure enthalten, als die, dass sie Wasser mit einer Libelle liquider Kohlensäure seien.

VOGELSANG macht mit Recht darauf aufmerksam, ohne BREWSTER's Beobachtungen anzweifeln zu wollen, wie leicht man einen blossen Einschluss liquider Kohlensäure mit Libelle für einen solchen mit 2 Flüssigkeiten und Libelle halte, da ja die Kohlensäure den Quarz

nicht benetzt und also stets in sphäroidaler Gestalt eingeschlossen ist. Beiläufig sei bemerkt, dass ich noch kein besseres Demonstrationsobject für die besprochenen Verhältnisse gesehen habe, als ein von dem allen Mineralogen rühmlichst bekannten Optiker Herrn STEEG in Homburg bezogenes Präparat: „Beryll mit Wassertropfen". Dasselbe enthält nebeneinander und durcheinander gelagert zahllose Einschlüsse von Wasser mit stationären Libellen, die bei Erwärmung in langsam pendelartige Bewegung gerathen und von liquider Kohlensäure mit Libelle in allen Verhältnissen gegenseitigen Volumens, neben solchen, die mir beide Flüssigkeiten zu enthalten scheinen. Die Einschlüsse sind so gross, dass man schon bei 60facher Vergrösserung alle Verhältnisse deutlich übersieht. Kommt es nicht auf Messungen an, so genügt zur Hervorbringung der beschriebenen Erscheinungen ein vorsichtiges Erwärmen mit einem unter das Object gehaltenen Fidibus oder mit dem direkten Sonnenlicht, dem man Mikroskop mit Object abwechselnd aussetzt und dann wieder entzieht.

Unter den petrographisch wichtigen Mineralien fand VOGELSANG noch Einschlüsse von liquider Kohlensäure im Quarz des Granitgneiss vom St.-Gotthard, des Granits von Angrushmore in Irland, und des grauen Gneisses von Freiberg; in diesem verschwand die Libelle schon bei 20° C. Ebenso traf er sie im amerikanischen Labradorit und zwar hier stets vergesellschaftet mit einem augitartigen Mikrolith in demselben Hohlraum. — ZIRKEL fand sie in den Olivinen mancher Basalte und im Feldspath des Basaltes vom Berge Smolnik bei Heiligenkreuz (Ungarn).

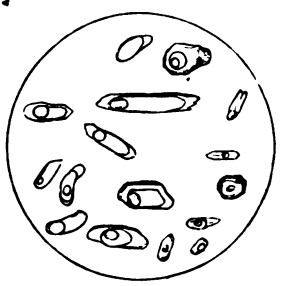


Fig. 20.
Einschlüsse liquider Kohlensäure in Beryll.

Die Anwesenheit der liquiden Kohlensäure in Hohlräumen so mancher Mineralien erklärt sich leicht, wenn man für den Bildungsort des Einschlusses eine gewisse Tiefe unter der Erdoberfläche vindicirt. Da die Spannkraft des Dampfes der Kohlensäure nach THILORIER bei 0°C gleich 36 Atmosphären, bei 30°C gleich 73 Atmosphären ist, so kann man für je 1°C Temperaturzunahme ein Wachsen der Spannkraft dieser Dämpfe um den Druck einer Atmosphäre annehmen. Da in dem Bergkrystall von Madagascar (?) die Libelle bei 32°C verschwand, so schloss daraus VOGELSANG, dass sich dieser Quarz bei einem Druck von 75 Atmosphären bildete, wenn man die Spannung der Flüssigkeit im gefüllten Hohlraum als dem Druckzustand der Umgebung entsprechend annehmen dürfe. Eine solche Druckhöhe muss aber schon bei 75 × 32

= 2370 Fuss unter dem Meeresspiegel herrschen. — Neuerdings nun wies A. KNOP* überzeugend nach, dass ungefähr in dieser Tiefe die Condensationsfläche für Kohlensäure liegen muss, d. h. eine Fläche, unterhalb welcher alle Kohlensäure im tropfbar flüssigen Aggregatzustand beharren muss. Er sagt: „Eine solche Condensationsfläche für Kohlensäure wird im Allgemeinen schon bei einer Tiefe unter dem Meeres-Niveau von 2000—3000 Fuss vorauszusetzen sein, da in diesen Tiefen Temperaturen herrschen, für welche die Tension der Kohlensäure und der Druck, welchen das Wasser ausübt, sich das Gleichgewicht halten. — Legt man die mittlere Jahrestemperatur eines Ortes in unsern Breiten = 10° zu Grunde, wie solche in einer Tiefe von 80 Fuss constant herrscht, so wächst von dieser Tiefe, durch welche die geothermale Fläche mittlerer Jahrestemperatur läuft, abwärts die Temperatur für je 100′ um 1°, also für x—80 Fuss um $\frac{x-80^0}{100}$, entsprechend einer Spannungszunahme der Kohlensäure um $36 + \frac{x-80^0}{100}$ Atm. In 80′ Tiefe herrscht aber schon eine Temperatur von 10°, wodurch die Kohlensäurespannung noch um 10 Atm. vergrössert wird. Diese Gesammtspannung der Kohlensäure muss nun dem Druck einer Wassersäule von x Fuss Tiefe das Gleichgewicht halten. Dieser Wasserdruck beträgt, da eine Wassersäule von 32 Fuss den Druck von einer Atmosphäre ausübt, $\frac{x}{32}$ Atmosphären. Es muss demnach $\frac{x}{32} = 36 + \frac{x-80}{100} + 10$ sein, oder x = 2127 Fuss.“

Weit weniger Klarheit haben wir über die Verhältnisse und Bedingungen, unter welchen die eigentlichen Wassereinschlüsse der unzweifelhaft pyrogenen Mineralien, wie Olivin, Augit, Leucit, Plagioklas etc. aufgenommen wurden. Es scheint aber festzustehen, dass dasselbe im tropfbarflüssigen Zustande eingeschlossen ward; denn die Libellen in solchen Einschlüssen sind verhältnissmässig klein und fehlen auch wohl ganz. Wäre dasselbe etwa in Form sehr comprimirter Dämpfe aufgenommen, so sollte man verhältnissmässig sehr grosse Libellen erwarten.

Schon BREWSTER hatte in den Flüssigkeitseinschlüssen des Topas und Quarz theils aufgewachsen an den Wandungen, theils freiliegend und beweglich feste Krystalle wahrgenommen. Bei Erwärmung lösten

---

* A. KNOP, Studien über Stoffwandlung im Mineralreiche, besonders in Kalk- und Amphiboloid-Gesteinen, Leipzig 1873, pag. 102.

sich dieselben in der Flüssigkeit auf und krystallisirten beim Erkalten wieder aus, entweder an der Stelle, wo sie früher sassen, wenn sie nämlich nicht ganz geschmolzen waren, oder aber, wenn dieses geschehen war, an beliebiger anderer Stelle. Andere solcher eingeschlossenen Krystalle dagegen waren unschmelzbar. In einem Aufsatze: On the existence of crystals with different primitive forms and physical properties in the cavities of minerals etc. London. Edinb. and Dublin Philos. Mag. and Journ. of Science vol. XXXI. 497. 1847. beschreibt er auch eine Reihe von ihm daran beobachteter Krystallformen nnd untersucht ihre optischen Eigenschaften. Er glaubte, wenn er eine Elasticitätsaxe im umschliessenden Krystall parallel mit der Schwingungsebene des Polarisator stellte, zwei reguläre, also isotrope Species unter den in den Flüssigkeitseinschlüssen befindlichen Krystallen zu entdecken, von denen die eine leicht, die andere nicht schmelzbar war; und drei anisotrope, von denen die eine leicht, die zweite schwer, und die dritte unschmelzbar war. — In einem Quarz von Quebec fand Brewster Flüssigkeitseinschlüsse mit den Eigenschaften des Wassers, worin Krystalle von Kalkcarbonat schwammen.

Sorby fand krystallinische Ausscheidungen in den Flüssigkeitseinschlüssen des Calcit und Idokras der Somma-Auswürflinge, und zwar von kubischer Form im ersten, im zweiten waren es theilweise Carbonate der Alkalien. Auch im Quarz der granitischen Gesteine fand er in den Flüssigkeitseinschlüssen kubische Krystalle, eine Beobachtung, die durch Zirkel und Vogelsang bestätigt wurde. Zirkel erklärt sie für Würfel und hält sie für Chlornatrium, Vogelsang glaubt andererseits, da die Formen nicht wohl mit Sicherheit zu bestimmen sind und die Spectralanalyse nicht die Anwesenheit von Alkalien oder Chloralkalien ergab, darin Rhomboeder von Quarz sehen zu müssen.

Sorby ahmte diese Erscheinungen künstlich nach und gab dadurch ihre Erklärung. Er liess bei normaler Temperatur Kochsalz aus einer Lösung auskrystallisiren, die mit doppelt chromsaurem Kali versetzt war; die Krystalle enthielten gelbe Flüssigkeitseinschlüsse. Sättigte er die Lösung bei hoher Temperatur mit beiden Salzen und liess bei derselben hohen Temperatur krystallisiren, so bildeten sich dieselben Einschlüsse; erkalteten aber dann die Krystalle und verminderte sich dadurch die Lösungsfähigkeit der eingeschlossenen Flüssigkeit für das doppelt chromsaure Kali, so schieden sich allmälig Krystalle dieses Salzes in den Flüssigkeitseinschlüssen aus. Liess er dagegen die bei 100° C. gesättigte Lösung bei abnehmender Temperatur krystallisiren, so lagen die ausgeschiedenen Krystalle von Kalibichromat nicht in den Flüssigkeitseinschlüssen, sondern ragten aus ihnen heraus in die

Krystallmasse ihres Wirthes hinein. Die Bedingungen, unter denen aus Flüssigkeitseinschlüssen krystallinische Ausscheidungen stattfinden, sind also ganz analog denen, unter welchen ein Glaseinschluss zu einem entglasten Einschluss (stone-cavity) wird. Ganz ebenso können endlich auch aus Dampfporen krystallinische Ausscheidungen stattfinden, wenn die eingeschlossenen Sublimationsproducte sich abkühlen und Sorby fand dieselben wirklich in den genannten Poren der Nepheline in den Somma-Auswürflingen.

Um die Menge des in Flüssigkeitseinschlüssen vorhandenen Wassers, welches die mikroskopische Untersuchung dargethan hatte, auch direkt nachzuweisen, construirte Fr. Pfaff * einen sinnreichen Apparat und untersuchte mehrere Mineralien und Gesteine, wie Feldspath, Quarz, Flussspath, Granite, Gneisse, Glimmerschiefer, Syenite, Porphyre von Kreuznach und Botzen, Laven, Obsidian und Basalt. Von diesen gaben Laven, Obsidian und Basalt ein negatives Resultat, alle andern ein positives, und zwar wechselte dieser Gehalt an mechanisch eingeschlossenem Wasser von einem Minimum von 0,11 % im Syenit von Meissen bis 1,8 % im Glimmerschiefer von Davos. Von Basalten kam übrigens nur einer von Monte Gergovia bei Clermont zur Untersuchung. Da die untersuchten Proben zuvor geglüht waren, so konnte das gefundene Wasser nicht hygroskopisch sein.

3) Zwillinge.

Die Zwillingsbildung ist eine von den morphologischen Erscheinungen, die man oft unter dem Mikroskope beobachtet und deren genauere Kenntniss bei mikroskopischen Untersuchungen unerlässlich ist. Man denke nur daran, dass die Zwillingsbildung bei gewissen Mineralien, den plagioklastischen Feldspathen, so constant ist, dass man sich derselben auch makroskopisch zur Diagnose bedient.

Keineswegs ist es immer möglich, die Anwesenheit einer Zwillingsbildung bei der Beobachtung im gewöhnlichen Lichte nur auf Grund der Durchschnittsumrisse zu constatiren. Aber mit grosser Sicherheit gelingt es meistens, dieselbe bei polarisirtem Lichte zu erkennen, sobald man es mit einem doppelt brechenden Mineral zu thun hat. Bedenkt man nämlich, dass die Polarisationsfarben dünner Minerallamellen, abgesehen von dem jeder Species eigenthümlichen Brechungsvermögen und der Dicke des Blättchens, wesentlich durch die Lage der optischen Elasticitätsaxen im beobachteten Blättchen gegenüber den optischen Hauptschnitten des Polarisators und Analysators

* cf. Pogg. Ann. CXLIII. 610. 1871.

bedingt werden, so ist es klar, dass in Folge der eigenthümlichen Zwillingsgesetze, nach denen 2 Individuen in Beziehung auf eine krystallographische Fläche umgekehrt liegen, also auch die Elasticitätsaxen in beiden Individuen eine umgekehrte Lage haben müssen, diese beiden oder mehrere Individuen unter gewissen Bedingungen verschieden gefärbt sein müssen. Es gilt dieses natürlich wesentlich von der häufigsten Art der Zwillingsbildung, von den Hemitropieen. In besonderer Schärfe treten diese Erscheinungen hervor, wenn man durch eine Drehung des Präparates zwischen gekreuzten Nicols es dahin bringt, dass in einem der Zwillingsindividuen eine optische Elasticitätsaxe mit der Schwingungsebene eines Nicols zusammenfällt, wobei dann natürlich dieses dunkel erscheint, während das andere eine mehr oder weniger lebhafte Färbung erkennen lässt. Bei weiterer Drehung wird man dann den Punkt erreichen, wo eine Elasticitätsaxe des zweiten Individuums mit dem optischen Hauptschnitt eines Nicols zusammenfällt, in welcher Lage nun natürlich dieses dunkel, das erste dagegen farbig erscheinen muss. Eine eingehendere Begründung dieser Erscheinung wird bei der Besprechung der optischen Verhältnisse gegeben werden. Hier sei nur gleich erwähnt, dass man sich diese Phänomene an Spaltungsblättchen des Gypses sehr schön experimentell deutlich machen kann.

Man spalte aus Gyps ein feines Blättchen parallel dem klinodiagonalen Hauptschnitt, welches im polarisirten Lichte durchaus einfarbig sei, also allenthalben von absolut gleicher Dicke; daraus gelingt es leicht durch Darstellung des muschligen Bruches parallel dem Orthopinakoid und des seidenglänzenden parallel der positiven Hemipyramide ein rhombisches Täfelchen zu erhalten, dessen stumpfe Winkel = 113°46′ und dessen spitze also = 66°14′ sind. Da nun die optischen Axen beim Gyps in der klinodiagonalen Endfläche liegen, so stellt die Ebene des Blättchens die Ebene der optischen Axen dar, und selbstverständlich liegt die spitze und stumpfe Mittellinie, d. h. da der Gyps ein optisch positives Mineral ist, die Axe der kleinsten und grössten Elasticität in derselben Fläche, während die Axe der mittleren Elasticität, die krystallographische Orthodiagonale, also die Richtung der auffallenden Strahlen im Polarisationsmikroskop ist. Krystallographisch orientirt, entspricht dem muschligen Bruch die Hauptaxe; mit dieser bilden die nach oben vorn austretenden optischen Axen Winkel von 23° und 83°. Trägt man diese (cf. umstehende Figur 21) in die Zeichnung des rhombischen Blättchens ein, so erhält man durch die Halbirungslinien ihres spitzen und stumpfen Winkels die Bissectrix (Axe der kleinsten) und die optische Normale (Axe der

grössten Elasticität), die natürlich senkrecht zu einander stehen. Die Bissectrix bildet mit der längeren Diagonale des Spaltungstäfelchens fast genau einen Winkel von 20°. Jeder normal zum Spaltungsblättchen eintretende Strahl muss also in zwei senkrecht zu einander polarisirte zerlegt werden, von denen der eine seine Schwingungen parallel der Bissectrix, der andere parallel der stumpfen Mittellinie ausführt. Sobald aber die eine dieser Richtungen mit der Schwingungsebene des Polarisator zusammenfällt, wird der von unten kommende polarisirte Strahl nicht mehr zerlegt und das Blättchen zeigt ein Maximum von Dunkel. Bei jeder andern Lage dieser Richtungen zu einander erscheint das Blättchen in einer von seiner Dicke abhängigen Farbe von einer von dem Winkel der genannten Richtungen abhängigen Intensität. Zeichnet man nun, wie in genannter Figur, parallel den optischen Mittellinien durch parallele Striche (auf beiden Flächen des Papiers) die Schwingungsebenen der das Blättchen durchlaufenden

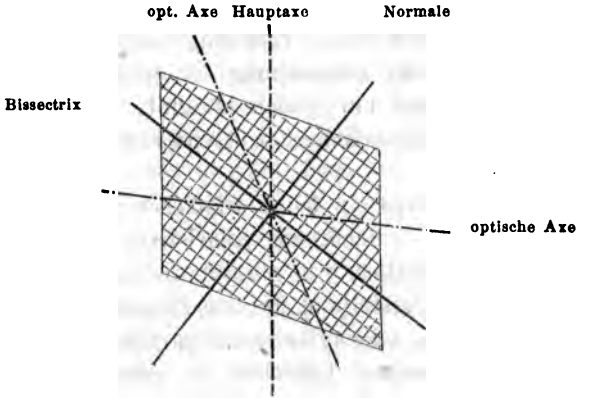


Fig. 21.

Strahlen, durchschneidet Zeichnung und Gypsblättchen parallel der krystallographischen Hauptaxe, welche dem muschligen Bruch entspricht und dreht die eine Hälfte um 180° um eine in der Ebene des Papiers und der Spaltung liegende Normale auf die Hauptaxe, so hat man das Schema eines gewöhnlichen Gypszwillings in der Schwalbenschwanzform (Zwillingsebene $\infty P\bar{\infty}$) mit Einzeichnung der optischen Constanten. Man sieht sofort in der Zeichnung an den Strichen die Lage der Schwingungsebenen beider Strahlen in den Zwillingshälften und bemerkt, dass in dem Falle, wo die Schwingungsebenen in der einen Blatt- resp. Zwillingshälfte mit der Schwingungsebene des Polarisators zusammenfallen, dieses nicht zugleich in der andern Hälfte geschehen kann (cf. Fig. 22), dass also niemals beide Hälften zugleich dunkel sein können. Ferner sieht man, dass bei gewissen Stellungen des

Schemas die Schwingungsebenen in beiden Hälften den gleichen Winkel mit den Schwingungsebenen der Nicols bilden, sobald nämlich diese, auf die Ebene des Papiers, resp. Spaltungsblättchens projicirt, annähernd parallel und senkrecht zur krystallographischen Hauptaxe liegen. In jedem solchen Falle wird gleiche Farbenintensität in beiden Zwillingshälften herrschen. Dreht man das Gypspräparat unter dem Mikroskop zwischen gekreuzten Nicols um die gleichen Winkel wie die schematische Zeichnung, so ist man in jedem Falle genau orientirt. Hat man das eine Blättchen auf ein Maximum von Dunkel eingestellt, so muss man natürlich um den doppelten Winkel drehen, den die optischen Axen in beiden Blättchen mit einander machen, damit das zweite ein Maximum von Dunkel zeige.

Ganz analoge Erscheinungen werden natürlich alle andern Zwillingsdurchschnitte unter dem Mikroskop im polarisirten Lichte zeigen,

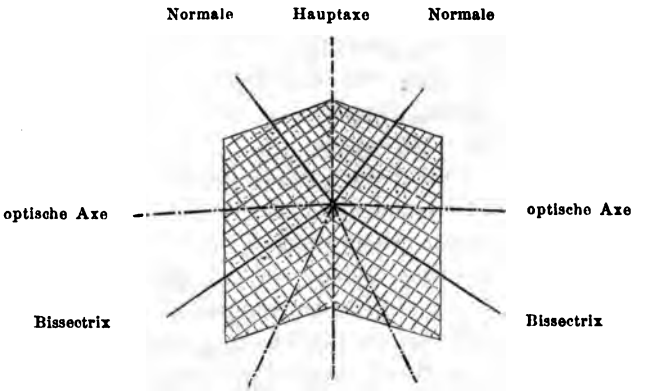


Fig. 22.

vorausgesetzt dass der Schnitt durch beide Zwillingshälften geht. Läge die Schliffebene zufällig so, dass sie in einer Zwillingshälfte genau normal zu einer optischen Axe wäre (in beiden Hälften kann sie das ja nicht sein), dann würde natürlich diese Hälfte in allen Horizontallagen zwischen gekreuzten Nicols dunkel bleiben und die Farbenphasen würden nur in der andern Hälfte auftreten.

Unter dem Mikroskope beobachtet man es oft, dass zwischen den beiden Hälften eines makroskopisch scheinbar einfachen Zwillings mehrere höchst feine weitere Lamellen in Zwillingsstellung eingeschaltet sind. Besonders häufig zeigt diese Erscheinung der Augit andesitischer und basaltischer Gesteine.

4) Morphologie der Aggregate.

Selbstverständlich kann hier nur die Rede sein von den Structurverhältnissen der homogenen Aggregate, die in Gesteinen nur selten und meistens als Neubildungen auftreten, wobei überdies grosse Einfachheit in den Verhältnissen zu herrschen pflegt.

Da in Aggregaten die sie bildenden verkrüppelten Individuen sich nicht in nach allen Richtungen paralleler Stellung befinden, [denn sonst bildeten sie ein polysynthetisches Individuum] so müssen natürlich die einzelnen individualisirten Theile sich im polarisirten Lichte in verschiedener Färbung von einander abheben, vorausgesetzt dass sie nicht isotrop sind. Diese sogenannte Aggregatpolarisation ist das sicherste Erkennungsmittel für ein Aggregat. Dreht man dann ein solches Aggregat unter dem Mikroskop zwischen gekreuzten Nicols in seiner Horizontalebene, so kann natürlich niemals für das ganze Aggregat der Fall eintreten, dass es ein Minimum von Helle zeige, wie ein einheitlicher Krystall das bei einer vollen Drehung viermal thun muss; denn während in dem einen oder mehreren Individuen die Elasticitätsaxen mit den Schwingungsebenen der Nicols zusammenfallen, wird dieses für andere nicht stattfinden.

Besonders sind es die in den Mandelräumen auftretenden hydratisirten Silicate (Zeolithe) und die Carbonate, welche dergleichen Aggregate bilden. Dieselben zeigen dann in mikroskopischem Massstabe alle die Structurverhältnisse, welche aus der makroskopischen Mineralogie bekannt sind. — Innerhalb der compakten Gesteinsmasse finden sich allerdings auch hie und da ähnliche Aggregate, so in basaltischen Gesteinen solche mit concentrisch-schaliger Structur, die z. Th. dem Sphaerosiderit, z. Th. einem Delessit-ähnlichen Mineral angehören, doch dürften auch sie unzweifelhaft Neubildungen sein. Primär dagegen sind gewiss die sehr feinkörnigen, hie und da auch kurzstengligen Quarzaggregate in manchen Porphyren.

Höchst interessant sind solche krystallinische Aggregate, bei denen die einzelnen Individuen sich nach bestimmten Gesetzen zum Aggregat geordnet haben, so dass sie im polarisirten Lichte eigenthümliche Interferenzfiguren zeigen. A. Stelzner beobachtete dieselben zuerst an mikroskopischen kugelförmigen Concretionen des Porphyr von Korgon im Altai*. Dieselben haben eine ächt sphärolithische Structur, indem um einen centralen Kern (in diesem Fall fremder Substanz) zahllose, im gewöhnlichen Licht nicht zu unterscheidende Mikrolith-

* A. Stelzner. Petrographische Bemerkungen über Gesteine des Altai. Separatabdruck aus Cotta: Der Altai etc. Leipzig 1871, pag. 32. sqq.

individuen sich radial gruppiren. Betrachtet man eine solche sphärolithische Concretion bei gekreuzten Nicols, so ist dieselbe hell, aber durchzogen von einem dunkeln Kreuz, dessen Arme in der Richtung der Polarisationsebenen der Nicols liegen. Dreht man bei fixen Nicols das Präparat in seiner Horizontalebene, so macht das dunkle Kreuz eine scheinbar entgegengesetzte Bewegung von gleicher Winkelgeschwindigkeit, was einfach daher rührt, dass es unverändert an seiner Stelle beharrt, während das Präparat gedreht wird. Das schwarze Kreuz ist blaugesäumt, was nach P. GROTH's Erklärung, (cf. STELZNER, l. c.) von einem Dichroismus der Krystalle herrührt. GROTH beobachtete ferner, dass bei einer kleinen Drehung des oberen Nicol eine zweite Interferenzfigur in der Complementärfarbe der erwähnten blauen Ränder entsteht, nämlich ein gelbes, in der Mitte nicht geschlossenes Kreuz, welches sich in der Richtung des gedrehten oberen Nicol mitdreht, aber nur mit der halben Winkelgeschwindigkeit (siehe Fig. 23). Ist die Polarisationsebene des oberen Nicol (B) aus der gekreuzten Lage um 10° bis 20° gedreht, so ist das erste Kreuz schon schwach, aber noch sichtbar und bildet mit dem zweiten einen Winkel von 5°—10°. Bei Parallelstellung des Nicol ist natürlich das erste Kreuz verschwunden, das zweite aber (braun) im Maximum der Dunkelheit und Färbung (siehe Fig. 24). Von da ab wird es

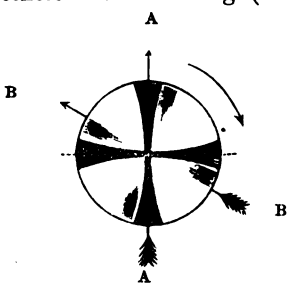


Fig. 23.

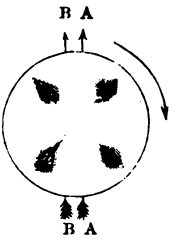


Fig. 24.

schwächer und taucht zuletzt unter das bei fast wieder rechtwinkliger Stellung des Nicols entstehende schwarze Kreuz unter. Das feste Kreuz erklärt sich nach GROTH aus der radial fasrigen Structur der Concretionen, wobei die einzelnen Fasern doppeltbrechend sind und ihre Hauptschwingungsrichtungen für den in Frage kommenden Strahl parallel und rechtwinklig zur Längenaxe der Fasern stehen. Für das bewegliche complementäre Kreuz sucht GROTH die Erklärung in der Art der Brechung in den Prismen oder in inneren Reflexionen. — Ganz dieselben optischen Erscheinungen beobachtete E. COHEN* an

* cf. COHEN. Die zur Dyas gehörigen Gesteine des südlichen Odenwaldes. Heidelberg 1871, p. 86.

den Sphärolithen der Porphyre vom Apfelskopf und vom Edelstein (Bergstrasse), nur fehlten hier die farbigen Säume der Kreuze. — Auch die zeolithischen Aggregate in den Mandelräumen vulkanischer Gesteine, sowie die zeolithischen Zersetzungsproducte innerhalb ihrer festen Masse zeigen diese Form der Aggregation oft sehr schön, ja wegen bedeutenderer Dimensionen oft noch deutlicher als die Sphärolithe in den Porphyren. In auffallender Schönheit beobachtete ich sie in einem Pfälzer Melaphyr von einem mir nicht genau bekannten Fundort und an den zeolithischen Ausfüllungen der Hohlräume des Limburgit* von Sasbach (Kaiserstuhl); nur dass in dem erst genannten Falle der Saum des dunklen Kreuzes gelblich, das complementäre Kreuz bei paralleler Stellung der Nicols schön blau war.

In Gesteinen, welche bereits weiter gehenden Umwandlungen unterlagen, findet man nicht selten, dass ein Krystallraum nicht mehr von einer homogenen, nach einheitlichen Gesetzen struirten Mineralmasse erfüllt ist, sondern aus einem wirren Haufwerk kleinster Individuen besteht, die entweder einer und derselben Mineralspecies angehören, oder, was häufiger der Fall zu sein scheint, mehreren. Da solche homogene und heterogene Aggregate einen Krystallraum einnehmen, so sind sie jedenfalls durch Umwandlungsprocesse innerhalb dieses Krystallraumes entstanden und die wohlerhaltene äussere Form des ursprünglichen Krystalls verweist diese interessanten Gebilde in das Gebiet der Pseudomorphosen, deren Besprechung hier ferne liegt. Besonders häufig finden sich solche Erscheinungen am Cordierit, Olivin und Feldspath, wie schon Fischer** bemerkte.

Eine gewisse Aehnlichkeit mit solchen heterogenen Pseudomorphosen haben die Verhältnisse, welche man hie und da am Augit der basaltischen Gesteine wahrnimmt, dass nämlich fast der ganze Krystallraum desselben von fremden Körpern, Magnetit, Glimmer, Kalk, und den übrigen mit ihm im Gestein associirten Mineralien eingenommen wird, die durch spärliche Augitsubstanz verkittet und von einer schmalen äusseren Augit-Zone umhüllt werden. Die Erscheinung ist keineswegs selten. Zirkel, der diese Gebilde eingehendst (Basaltgesteine 26 sqq.) beschreibt, stellt sie in eine Parallele mit den krystallisirten Sandsteinen von Fontainebleau u. a. O. und nimmt an, die krystallisirende Kraft der Augitsubstanz habe jene fremden Körper in die Form der Augitkrystalle hineingezwängt. Die Annahme einer poly-

* cf. Leonhard und Geinitz. Neues Jahrb. f. Min. etc. 1872, p. 64.

** cf. Fischer. Kritische, mikroskopisch-mineralogische Studien. 1te Fortsetzung. Freiburg 1871, pag. 48.

genen Pseudomorphose hält er mit Recht absolut für unzulässig; ob aber seine Erklärung die richtige sei, mag er selbst nicht entscheiden.

5) Morphologie der amorphen Körper.

Literatur.

Vogelsang, Philosophie der Geologie.
Weiss, Ch. E., Beiträge zur Kenntniss der Feldspathbildung und Anwendung auf die Entstehung von Quarztrachyt und Quarzporphyr. Haarlem 1866.

Amorphe Körper, die man allerdings insofern im strengen Sinne nicht zu den Mineralien rechnen kann, als sich ihr chemischer Bestand nicht durch eine Formel ausdrücken lässt, da sie nicht chemische Verbindungen nach constanten stöchiometrischen Verhältnissen, sondern Mischungen in willkürlichen Proportionen sind, werden zumal in den pyrogenen Gesteinen oft gefunden, ja sie bilden häufig die Hauptmasse des gesammten Gesteines.

In zahlreichen Fällen lassen dieselben eigenthümliche Erscheinungen wahrnehmen, welche deutlich für Bewegungsprocesse in diesen Massen sprechen, die ihrer Erstarrung vorhergingen, und die daher auch von Weiss, der sie zuerst beschrieb, Bewegungsphänomene genannt wurden. Vogelsang, der sie unabhängig gleichzeitig beobachtete, fasst sie zusammen unter dem Namen „Fluidalstructur", welcher allgemeinen Eingang gefunden hat. Er unterscheidet dabei eine Fluidalstructur der Masse, welche auf eine stattgefundene Ortsveränderung der ganzen Masse in ihrer Gesammtheit, und eine molekulare Fluidalstructur, welche auf eine stattgehabte Bewegung der Masse in ihren kleinsten Theilchen schliessen lässt. — Es ist besonders die erste, die Fluidalstructur der Masse, welche hier in Betracht kommt. Nur höchst selten sind solche amorphe Körper, in denen jegliche Spur krystallinischer Ausscheidungen fehlt. Sind solche, Mikrolithen, vorhanden, so bemerkt man gar oft, dass dieselben durchaus parallel liegen, ihre Längsaxen sämmtlich nach einer Richtung weisen, als seien sie durch eine Bewegung der Gesammtmasse in der Richtung ihrer Längsaxe orientirt. Wo der Strom auf irgend ein grösseres Hinderniss, einen schon fertigen Krystall etwa, stiess, da biegen diese Mikrolithen nach beiden Seiten (im Durchschnitt) aus, aber der zweigetheilte Strom schliesst sich wieder hinter dem hindernden Krystall, der auch nicht selten durch den mechanischen Effect der Strömung zerbrach, so dass sich nun auch zwischen die Fragmente hindurch ein Arm des Mikrolithenstromes ergoss. An andern Stellen erleiden diese

Mikrolithenschwärme und die sie tragenden Ströme amorpher Masse auch plötzliche Stauungen, spitzwinklige Knickungen und Verbiegungen Man würde etwa dieselbe Erscheinung haben, wenn man in eine breiige Masse feste Körperchen streuete und nun das Ganze einer tüchtigen Knetung unterwürfe; auch hier würde die unregelmässige Bewegung der gekneteten Masse durch die Lagerung der eingestreuten festen Körperchen angegeben werden. — Aber auch da, wo keinerlei eingeknetete, feste Körperchen das Auftreten der Fluidalstructur unterstützen, beobachtet man dieselbe oft in überraschender Klarheit an einer schwer zu beschreibenden flasrigen Faserstructur der ganzen amorphen Masse; so bei Pechsteinen, Obsidianen u. s. w. Diese scheinbare flasrige Structur, hie und da begleitet von geringen Aenderungen in der Intensität der Färbung, ist offenbar nur der Ausdruck für verschiedene Dichtigkeitsgrade, die durch den Act der Bewegung in der fliessenden Masse sich ausbildeten. Unendlich winzige punktförmige Körperchen, welche gerade auf den Gränzen dieser verschiedenen Dichtigkeitszustände sich gelagert haben, lassen das Bild dann häufig noch deutlicher werden. Genau so wie bei den natürlichen Gläsern, trifft man das Phänomen der Fluidalstructur der Masse auch bei künstlichen Schmelzflüssen.

Man muss sich solche Grenzen verschiedener Dichtigkeitszustände wohl kaum als Capillarräume denken, sondern eher als den blossen Ausdruck für Cohäsionsunterschiede nach verschiedenen Richtungen; aber gerade als solche werden sie einer späteren chemischen Einwirkung durch Gewässer gewisse Wege vorschreiben, von denen aus molekulare Umlagerungen in der amorphen Masse eingeleitet und auf denen Ablagerungen infiltrirter Stoffe dann stattfinden können, wodurch eine molekulare Fluidalstructur angebahnt und hergestellt werden kann. Es würde diese letztere also jedesmal in einem causalen Zusammenhange mit der Fluidalstructur der Masse stehen.

Auch sonst findet sich wohl hie und da in glasig-amorphen Körpern eine Structurerscheinung, die ohne sich genau charakterisiren zu lassen, den Eindruck macht, als sei die Cohärenz der einzelnen Theilchen nach verschiedenen Richtungen verschiedengradig, ohne dass sich die Erscheinung auf stattgehabte Bewegungen zurückführen liesse. Solche Spannungserscheinungen lassen sich bisweilen bei einzelnen Körpern der tachylytartigen Substanzen beobachten und sind nicht selten mit schwachen Polarisationsphänomenen verbunden, wie man sie an gepressten Gläsern kennt.

II. Physische Eigenschaften.

Die grosse Mehrheit der physischen Eigenschaften der Mineralien lässt sich zu einer mikroskopischen Diagnose derselben nicht wohl verwerthen. Härte, Sprödigkeit und andere auf Cohäsionsverhältnissen beruhende Eigenschaften geben allerdings wohl bei der Operation des Schleifens manchen beachtenswerthen Wink über die Natur der bearbeiteten Substanz; aber eine grössere Bedeutung für das Mikroskop lässt sich unter diesen wohl nur der Spaltbarkeit beilegen. Während nämlich der Bruch kein mikroskopisches Aequivalent besitzt, manifestirt sich die Spaltung durch parallele Risse und Linien, welche je nach dem Grade der Spaltbarkeit mehr oder weniger scharf und continuirlich sind. Dass aber auch die Lage und Neigung dieser Spaltungslinien je nach der Richtung, in welcher der Schliff das Mineral traf, variiren muss, ist hier ebenso deutlich, wie bei den äusseren Krystallumrissen. Beispielsweise würde die Spaltbarkeit der Hornblende sich im Durchschnitte normal oder geneigt zur Axe c durch Liniensysteme andeuten, welche sich in einem Winkel schneiden würden, der sich mehr oder weniger dem Prismenwinkel 124°30′ nähern müsste, in Durchschnitten parallel dieser Axe dagegen durch parallele Risse.

Optische Eigenschaften.

Literatur.

Johannes Müller, Lehrbuch der Physik. Braunschweig 1864. 6. Aufl.

H. W. Dove, Darstellung der Farbenlehre und optische Studien. Berlin 1853.

A. Schrauf, Lehrbuch der angewandten Physik der Krystalle (zweiter Band des Lehrbuchs der physikalischen Mineralogie). Wien 1868.

A. des Cloizeaux, Mémoire sur l'emploi du microscope polarisant et sur l'étude des propriétés optiques biréfringentes etc. Ann. des Mines. VI. 1864 und Pogg. Ann. CXXVI. 1865.

Babinet, Ueber die optischen Kennzeichen der Mineralien. Comptes rendus. 1837. I. 758 und Auszug in Pogg. Ann. XLI. 115. 1837.

A. des Cloizeaux, De l'emploi des propriétés optiques biréfringentes en minéralogie. Paris 1857.

A. des Cloizeaux, Nouvelles recherches sur les propriétés optiques des cristaux naturels ou artificiels et sur les variations que ces propriétés éprouvent sous l'influence de la chaleur. — Mém. prés. à l'Institut impérial de France. T. XVIII. 1867.

Unter allen physischen Eigenschaften der Mineralien sind es die optischen, welche sich bei der mikroskopischen Untersuchung am werthvollsten erweisen und unter diesen wieder sind es diejenigen, welche von den eigenthümlichen Vorgängen resultiren, die den Uebergang des Lichtes aus einem Medium in ein anderes und den Durchgang desselben durch krystallinische Substanzen begleiten.

Das Licht, welches sich geradlinig durch Schwingungen der Aethertheilchen fortpflanzt, die senkrecht auf seiner Fortpflanzungsrichtung stehen, erleidet bekanntermassen bei seinem Uebergange aus einem Medium in ein anderes eine Ablenkung von seinem Wege, welche von der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes in dem neuen Medium abhängt. Man bezeichnet diesen Vorgang mit dem Namen der Brechung (Refraction des Lichtes). Nehmen wir als das erste Medium stets Luft an, so gestalten sich die Vorgänge verschieden, je nachdem das zweite Medium ein flüssiger, amorph fester oder regulärkrystallisirender (mit einem Wort isotroper) Körper, oder aber ein den anderen Systemen angehörender Krystall (anisotrop) ist. Zuerst sei der Fall betrachtet, dass das zweite Medium ein isotroper, also flüssiger, amorph fester oder regulärer Körper ist. Es sei ab die Grenze zweier Medien, Luft und ein isotroper fester Körper, fc ein darauf fallender Lichtstrahl; eine in dem Punct c errichtete Normale heisst das Einfallsloth. Bei seiner Ankunft in c wird der Lichtsrahl theils in das zweite Medium eingelassen, theils nach einem bestimmten Gesetze zurückgeworfen, theils regellos nach allen Richtungen zerstreut (diffundirt). Das Letztere würde nicht stattfinden, wenn ab eine mathematische Fläche wäre. Die Winkel, welche der einfallende, zurückgeworfene und durchgelassene Strahl mit dem Einfallslothe machen, heissen resp. Einfallswinkel oder Incidenzwinkel ($\sphericalangle$ i), Reflexionswinkel ($\sphericalangle$ r) und Brechungswinkel ($\sphericalangle$ ϱ); die Ebenen, welche man durch den einfallenden (fc), reflectirten (cg), durchgelassenen und gebrochenen (ch) Strahl und das Einfallsloth legen kann, heissen Einfalls-, Reflexions- und Brechungsebene. Unter den genannten Grössen bestehen nun folgende Relationen:

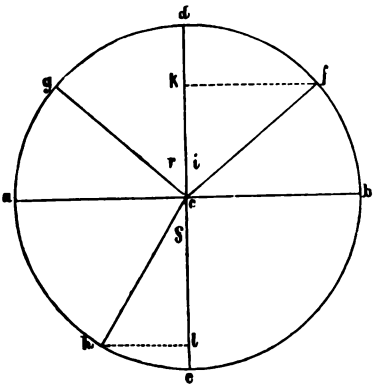


Fig. 25.

1) Die Einfalls-, Reflexions- und Brechungsebene fallen zusammen.

2) Der Einfallswinkel und der Reflexionswinkel sind gleich; $\sphericalangle r = \sphericalangle i$

3) Der Einfallswinkel und der Brechungswinkel haben ein constantes Grössenverhältniss.

Beschreibt man um c mit cf einen Kreis und fällt von f und h die Lothe fk und hl auf das Einfallsloth, so ist, wenn cf = ch = 1 gesetzt wird, kf = sin i, lh = sin ϱ. Möge nun bei gleichbleibenden

zwei Medien die Richtung des einfallenden Strahles sein, welche sie wolle, so ist die Richtung des gebrochenen Strahles dadurch gegeben, dass der Quotient aus dem Sinus des Brechungswinkels in den des Einfallswinkels eine constante Grösse ist, die man den Brechungsexponenten nennt. Man kann also das dritte Gesetz präciser so formuliren: $\frac{\sin i}{\sin \varrho} = \mu$, d. h. für 2 bestimmte Medien ist der Brechungsexponent eine constante Grösse. Dieses Gesetz wurde von DESCARTES und SNELLIUS gefunden.

Es ist also die Zahl μ eine Function von der Substanz der Medien, welche der Strahl durchläuft. Der Brechungsexponent der Luft gegenüber dem leeren Raume bei 760 mm und 0°C ist 1,000294; er ist proportional der Dichte der Luft und dem entsprechend abhängig von Thermometer und Barometer. Als absoluten Brechungsexponenten bezeichnet man die Zahl, welche angiebt, wie vielmal bei dem Uebergange aus dem leeren Raume in irgend ein Medium der Sinus des Einfallswinkels grösser ist, als der des Brechungswinkels; Brechungsexponent schlechthin ist die Zahl, welche angiebt, wie vielmal beim Uebergange des Lichtes aus atmosphärischer Luft in eine Substanz sin i grösser ist, als sin ϱ. Dieser Brechungsexponent (μ) ist beispielsweise für Wasser 1,336, für Glas 1,553, für Granat 1,815, für Steinsalz 1,498, für Diamant 2,270. Kennt man die gemeinen Brechungsexponenten zweier Substanzen (also gegenüber der Luft), so ist der Quotient dieser Grössen der Brechungsexponent für den Uebergang des Lichtes aus der einen in die andere Substanz, wie dieses unmittelbar daraus folgt, dass zwei planplane Platten verschiedener Medien das Licht nicht ablenken, sondern dasselbe in paralleler Richtung austreten lassen mit der, in welcher es eintrat.

Die angeführten Zahlen zeigen, dass sin i stets grösser war, als sin ϱ und in Wirklichkeit ist es ein allgemeines Gesetz, dass bei dem Uebergange des Lichtes aus einem dünneren in ein dichteres Medium der Strahl dem Einfallslothe genähert, im umgekehrten Falle von demselben entfernt wird; doch erleidet diese Regel einige Ausnahmen. Noch viel weniger scheint eine bestimmte mathematische Beziehung zwischen μ und dem specifischen Gewicht zu herrschen.

Aus der Formel $\frac{\sin i}{\sin \varrho} = \mu$ kann man selbstverständlich, sobald der Einfallswinkel und der Brechungsexponent bekannt sind, den Brechungswinkel, also den Weg des gebrochenen Strahles berechnen. Bei den wechselnden Werthen von $\sphericalangle i$ sind zwei extreme Fälle von besonderem Interesse, wenn nämlich $\sphericalangle i = 0°$, der Strahl mit dem Einfalls-

lothe zusammenfällt und wenn $\sphericalangle i = 90^0$, der Strahl parallel der Trennungsfläche der beiden Medien sich bewegt. Bei $\sphericalangle i = 0^0$ wird natürlich auch $\sphericalangle \varrho = 0^0$, es tritt ein Minimum ein und auch der gebrochene Strahl coincidirt mit dem Einfallsloth; es findet keine Brechung statt bei senkrechtem Strahleneinfall. — Ein Maximum für $\sphericalangle \varrho$ tritt ein, wenn $\sphericalangle i = 90^0$. Dann ist $\sin i = 1$, also $\frac{1}{\sin \varrho} = \mu$, oder $\sin \varrho = \frac{1}{\mu}$. Diesen Werth von $\sphericalangle \varrho$ nennt man den Grenzwinkel, Derselbe ist für Wasser $48^0 35'$, für Flintglas $37^0 36'$, für Diamant $23^0 53'$. Also wenn bei Luft zu Diamant $\sphericalangle i = 90^0$, so macht der gebrochene Strahl im Diamant mit dem Einfallsloth $23^0 53'$ und nach dem allgemeinen Gesetz, dass ein Lichtstrahl denselben Weg hin und zurück macht, muss umgekehrt ein Lichtstrahl, der den Diamant unter einem $\sphericalangle 23^0 53'$ durchläuft, beim Uebergang in Luft parallel der Trennungsschicht sich bewegen. Würde der Winkel in Diamant noch grösser, so könnte der Strahl gar nicht mehr in Luft austreten, sondern würde an der Grenzschicht beider Medien eine Totalreflexion erleiden. Eine Totalreflexion ist natürlich nur möglich beim Uebergange des Lichtes aus dichteren in dünnere Medien.

Die Brechung aber, welche das Licht beim Uebergange aus einem Medium in ein anderes erleidet, ist nicht dieselbe für alle farbigen Strahlen, welche das weisse Licht zusammensetzen, sondern der Werth μ ist verschieden für verschiedenfarbige Strahlen. Der Brechungsexponent ist also nicht nur eine Function der durchlaufenen Medien, sondern auch der Wellenlänge des in Frage kommenden Lichtes. Man nennt diese Erscheinung die Dispersion des Lichtes oder Farbenzerstreuung. Die Grösse der Dispersion ist verschieden je nach der Substanz der Medien und wird gemessen durch den Quotienten aus dem Brechungsexponenten der rothen Strahlen in den der violetten; sie steht in keiner direkten Beziehung zu dem allgemeinen Brechungsexponenten. Auch die Grösse des Dispersionsunterschiedes für einzelne farbige Strahlen, etwa gelbe und grüne, steht nicht in einer allgemeinen Beziehung zu der Gesammtdispersion, sondern ist für jeden Theil des Spectrums eine jeder Substanz eigenthümliche.

Ausser Richtung, Intensität (Amplitüde der Schwingungen) und Farbe (Dauer der Schwingungen) unterscheidet man an einem Lichtstrahle noch andere Eigenschaften. Ein Lichtstrahl pflanzt sich fort durch Schwingungen des Aethers, die normal zu seiner Richtung sind. Da es aber unendlich viele Normale auf eine Linie im Raume giebt, so werden für gewöhnlich die einen Lichtstrahl fortpflanzenden Aether-

theilchen in unendlich vielen Ebenen schwingen, die alle rechtwinklig auf seiner Gangrichtung stehen. Nun giebt es aber gewisse Vorgänge, durch welche die einen Lichtstrahl fortpflanzenden Aetherschwingungen sämmtlich auf eine einzige zu seiner Richtung senkrechte Ebene reducirt werden. Durch solche Aetherschwingungen sich fortpflanzende Strahlen nennt man polarisirt. Unsere Augen vermögen nicht, für sich allein polarisirtes Licht von unpolarisirtem zu unterscheiden; wir verhalten uns demselben gegenüber, wie Farbenblinde gegen Farben und müssen uns ähnlicher Hülfsmittel bedienen, wie jene. Sie unterscheiden grüne und rothe Farben durch Absorption der Strahlen in farbigen Gläsern; wir benutzen die Eigenschaften des polarisirten Lichts, unter gewissen Bedingungen von Turmalinplatten absorbirt, von Spiegeln nicht reflectirt, von doppelt brechenden Mineralien nicht mehr zerlegt zu werden, um dasselbe zu erkennen. — Gewöhnliches Licht kann durch mancherlei Einwirkungen in polarisirtes verwandelt werden; unter gewissen Voraussetzungen auch durch Reflexion und einfache Brechung isotroper Medien. Brewster fand nämlich, dass, wenn ein gewöhnlicher Lichtstrahl unter einem solchen Winkel auf ein neues Medium trifft, dass der reflectirte und gebrochene Strahl rechtwinklig auf einander stehen, beide polarisirt sind und zwar rechtwinklig auf einander, d. h. so dass sie ihre Schwingungen in zwei zu einander senkrechten Ebenen ausführen. Der Winkel, unter welchem eine solche Polarisation stattfindet, ist ein jeder Substanz eigenthümlicher und hängt von ihrem Brechungsexponenten ab. Steht nämlich der reflectirte Strahl BC senkrecht auf dem gebrochenen CF (siehe Fig. 26), so ist $\triangle BKC \cong \triangle CFG$; setzt man den Radius des Kreises um $C = 1$, so ist $\sin \varrho = FG = KC$ und $\sin r = \sin i = Bk$, also

$$\text{tang } r = BK : KC = \frac{\sin i}{\sin \varrho} = \mu.$$

Nennt man den Einfallswinkel, bei welchem der reflectirte Strahl am vollständigsten polarisirt wird, den Polarisationswinkel, so kann man das Brewster'sche Gesetz dahin formuliren, dass reflectirtes Licht polarisirt ist, wenn die Tangente des Reflexions- oder Einfallswinkels gleich dem Brechungsexponenten der Substanz ist. Die Ebene, worin die Schwingungen des reflectirten Strahles sich vollziehen

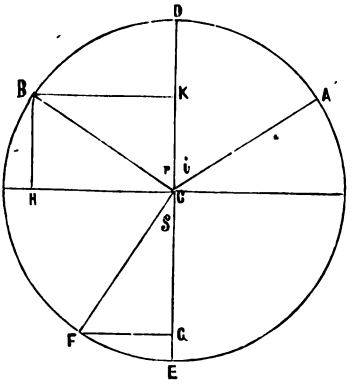


Fig. 26.

(Schwingungs- oder Vibrationsebene) steht senkrecht auf der Reflexions- oder, wie man sie in diesem Falle auch nennt, Polarisationsebene. Die Schwingungsebene des polarisirten durchgelassenen Strahles ist natürlich die Brechungsebene.

Ganz anders aber gestalten sich die Verhältnisse bei dem Uebergange des Lichtes aus Luft in ein anisotropes Medium, also in einen nicht regulär krystallisirenden Körper. Und auch hier sind die Erscheinungen wieder andere, je nachdem der Krystall einem der Systeme mit einer differenzirten Axe (absoluten Hauptaxe) und mehreren gleichen Nebenaxen angehört oder einem solchen, dessen Symmetrieverhältnisse durch drei ungleiche Axen bedingt werden, je nachdem also der Krystall einerseits quadratisch oder hexagonal, andrerseits rhombisch oder klinobasisch ist. In beiden Fällen wird ein einfallender Lichtstrahl im Allgemeinen in zwei zerlegt; alle nicht regulären Krystalle sind doppeltbrechend. Aber bei den Krystallen mit absoluter Hauptaxe existirt eine Richtung, in welcher keine doppelte Brechung stattfindet; bei den rhombischen und klinobasischen sind zwei solcher Richtungen vorhanden, die man optische Axen nennt. Quadratische und hexagonale Substanzen sind also optisch-einaxig und zwar ist die krystallographische Hauptaxe zugleich optische Axe; — rhombische, klinorhombische und trikline Krystalle sind optisch zweiaxig und die optischen Axen fallen nicht mit krystallographischen zusammen.

Da die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes in isotropen Medien nach allen Richtungen gleich gross ist, so nimmt man nach FRESNEL an, dass in demselben die Elasticität des Aethers nach allen Richtungen die gleiche sei. Es kann in ihnen demnach keine optische Axe geben, da keine Richtung sich von der andern unterscheidet. Dagegen weisen die Erscheinungen in anisotropen Medien mit zwingender Nothwendigkeit auf die Annahme, dass die Elasticität des Aethers nach verschiedenen Richtungen eine verschiedene sei, dass man gewisse Richtungen kleinerer und grösserer Elasticität des Lichtäthers in ihnen voraussetzen muss, welche man Elasticitätsaxen nennt. Dieselben stehen in einer höchst innigen und gesetzmässigen Beziehung zu den krystallographischen Axen und lassen den strengen Zusammenhang zwischen allen Eigenschaften der Materie aufs Schärfste hervortreten.

Wie in den quadratischen und hexagonalen Körpern eine krystallographische Axe einzeln gegenübersteht den andern gleichen Nebenaxen, so deuten auch die optischen Phänomene darauf hin, dass die Aetherelasticität in ihnen im Sinne der Hauptaxe verschieden sei

von der in allen andern Richtungen, während senkrecht zu ihr in allen Richtungen die gleiche Aetherelasticität herrscht, also nach allen Seiten der Hauptaxe eine vollständige optische Symmetrie vorliegt. Und wie in diesen Systemen die krystallographische Hauptaxe ($c \gtrless a$) grösser oder kleiner als die Nebenaxen sein kann, so ist auch die mit ihr zusammenfallende Elasticitätsaxe grösser oder kleiner, als die darauf senkrechten.

Durchlaufen also Lichtstrahlen einen optisch einaxigen Krystall in dem Sinne seiner Hauptaxe, so finden sie nach allen Richtungen gleiche Elasticität des Aethers; sie bewegen sich wie in einem isotropen Medium, sie werden nicht doppelt gebrochen und nicht polarisirt und darum nennt man diese Richtung eine optische Axe. Sobald aber die Strahlen, nicht parallel der Hauptaxe einfallend, ein Aethertheilchen auf der Krystalloberfläche afficiren, ist dessen Elasticität nach zwei zu einander senkrechten Richtungen verschieden; der Lichtstrahl wird also nach den Gesetzen des Parallelogramms der Kräfte in zwei zerlegt, von denen der eine Schwingungen im Sinne der senkrecht zur Hauptaxe, der andere im Sinne der parallel zu ihr herrschenden Elasticität ausführt. Eine Ebene durch die Richtung des einfallenden Strahles und die optische Axe (c) nennt man einen optischen Hauptschnitt; der erste Strahl schwingt demnach senkrecht zum optischen Hauptschnitt, er heisst der ordentliche, ordinäre Strahl (O); der andere schwingt in dem optischen Hauptschnitt, er heisst der ausserordentliche, extraordinäre Strahl (E).

Da die Schwingungen jedes dieser Strahlen sämmtlich in einer Ebene liegen, so sind sie natürlich beide polarisirt, wie sich das auch sofort zeigt, wenn man etwa die beiden Bilder, welche man durch ein Calcitrhomboëder erhält, mit einer Turmalinplatte untersucht. Diese lässt nur Strahlen durch, welche parallel mit ihrer Hauptaxe schwingen; hält man sie daher so, dass ihre Hauptaxe parallel der des Calcitrhomboeders ist, so sieht man nur das Bild von E; steht die Hauptaxe des Turmalins senkrecht zu der des Calcits, so verschwindet das Bild von E, und man sieht nur das von O. E und O sind also senkrecht zu einander polarisirt und zwar schwingt O senkrecht zu c, E dagegen parallel c. — Untersucht man die beiden Strahlen auf ihre Ablenkung, so findet man, dass der Brechungsexponent für O constant ist, möge er den Krystall in was immer für einer Richtung durchlaufen; seine Fortpflanzungsgeschwindigkeit ist nach allen Richtungen dieselbe, wie das ja auch aus der Annahme über die Aetherelasticität unmittelbar folgt. Seine Wellenoberfläche ist eine Kugel, und er bleibt stets in der Einfallsebene. — Dagegen ist der

Brechungsexponent von E verschieden je nach der Richtung, in welcher er den Krystall durchläuft. Ein Maximum des Unterschiedes vom Brechungsexponenten von O zeigt E bei einem zur Hauptaxe senkrechten Durchgange; je mehr der Winkel zur Hauptaxe abnimmt, desto mehr nähert sich der Brechungsexponent von E dem von O und wird schliesslich gleich diesem. Seine Wellenoberfläche muss also ein Ellipsoid darstellen und im Allgemeinen bleibt er nicht in der Einfallsebene. Während also für O das Verhältniss $\frac{\sin i}{\sin \varrho}$ ein constantes ist, und dieser Strahl demnach genau dem SNELL'schen Gesetze folgt, ist dieses für E nicht mehr der Fall; daher eben heisst er der extraordinäre Strahl. Sein Ganggesetz wurde von HUYGHENS geometrisch construirt. Beschreibt man einen Kreis, dessen Durchmesser gleich der Elasticität in optisch einaxigen Krystallen senkrecht zur Hauptaxe ist, beschreibt man ferner um diesen Durchmesser als eine Axe und eine dazu Senkrechte, deren Länge gleich der Elasticität des Aethers parallel der Hauptaxe gemacht wurde, eine Ellipse, so ist der Kreis der Ausdruck für das Gesetz der Fortpflanzung von O, die Ellipse für das von E von irgend einem Punkte im Krystall aus in demselben. Dreht man die Figur dann um die für Kreis und Ellipse gemeinschaftliche Axe (Polardurchmesser), so erhält man ein Rotationsellipsoid, welches die Elasticitätsoberfläche heisst. Ein Schnitt senkrecht zur genannten Axe durch das Centrum des Rotationsellipsoides ist ein Kreis, jeder andere durch das Centrum gelegte Schnitt eine Ellipse. Die beiden Axen dieser Ellipse sind die Schwingungsrichtungen und drücken die Fortpflanzungsgeschwindigkeiten der beiden Strahlen aus, in welche ein normal zu dieser Ellipse einfallender Lichtstrahl zerlegt wird.

Solche optisch einaxige Krystalle, bei denen die Elasticität in der Richtung der Hauptaxe grösser ist, als senkrecht zu ihr, in denen also E schwächer gebrochen ist, als O ($\omega > \varepsilon$, wenn ω der Brechungsexponent für O, ε der für E senkrecht zur Hauptaxe ist), heissen optisch negative oder repulsive Krystalle; ihre Elasticitätsoberfläche enthält eine Kugel in einem Ellipsoid. Dagegen nennt man optisch positive Krystalle oder attractive diejenigen, für welche $\varepsilon > \omega$, also die Elasticität parallel der Hauptaxe kleiner ist, als senkrecht zu ihr; ihre Elasticitätsoberfläche enthält ein Ellipsoid in einer Kugel. Zu den ersteren gehört Calcit, zu den letzteren Quarz. Dass in beiden sowohl ω wie ε für die Strahlen verschiedener Farben verschieden sind, bedarf keiner weiteren Erwähnung.

Während bei den isotropen Körpern die Elasticität des Aethers

nach allen Richtungen gleich gross, bei den optisch einaxigen entsprechend der krystallographischen Hauptaxe (c) verschieden von allen andern darauf senkrechten Richtungen ist, so dass hier krystallographische Hauptachse, optische Axe und Axe der grössten Elasticität (bei negativen) oder Axe der kleinsten Elasticität (bei positiven Krystallen) zusammenfallen, nimmt man bei den Krystallen des rhombischen und der klinobasischen Systeme drei Axen verschiedener Elasticität an, analog den drei einzelnen krystallographischen Axen. Bezeichnet man diese mit a : b : c, wobei a die Brachy-, resp. Klinodiagonale, b die Makro-, resp. Orthodiagonale und c die senkrechte Hauptaxe bedeuten, so kann man die Elasticitätsaxen mit den entsprechenden deutschen Buchstaben $\mathfrak{a} > \mathfrak{b} > \mathfrak{c}$ bezeichnen, wobei, wie angedeutet, $\mathfrak{a}$ die Axe der grössten, $\mathfrak{b}$ die der mittleren, $\mathfrak{c}$ die der kleinsten Elasticität bezeichnet. Die Elasticitätsaxen werden stets senkrecht angenommen, was bekanntlich für die krystallographischen nur im rhombischen Systeme geschieht. Das Gemeinschaftliche der drei Systeme liegt darin, dass keiner der beiden Strahlen, die durch Doppelbrechung des Lichtes in ihnen entstehen, mehr dem SNELL'schen Gesetze folgt, wie man bis zu FRESNEL's Untersuchungen annahm, sondern beide ausserordentliche Strahlen sind. Trotzdem pflegt man auch hier den einen Strahl den ordentlichen zu nennen. Das Brechungsgesetz für alle optisch zweiaxigen Krystalle lautet: Jeder nicht in der Richtung einer optischen Axe einfallende Strahl wird beim Eintritt in zwei senkrecht zu einander polarisirte zerlegt, deren Schwingungen in der Richtung der kleinsten und grössten Elasticität des Schnittes ausgeführt werden, der senkrecht zum Strahl durch den Krystall gelegt wird. Keiner der Strahlen hat einen constanten Brechungsexponenten. Man nimmt drei Hauptbrechungsexponenten an: $\alpha = \frac{1}{\mathfrak{a}}$ ist der Brechungsexponent für die senkrecht gegen $\mathfrak{a}$ durch Vibrationen parallel $\mathfrak{a}$ sich fortpflanzenden Strahlen; $\beta = \frac{1}{\mathfrak{b}}$ für die senkrecht zu $\mathfrak{b}$ durch Vibrationen parallel $\mathfrak{b}$ sich fortpflanzenden und $\gamma = \frac{1}{\mathfrak{c}}$ für die senkrecht zu $\mathfrak{c}$ durch Schwingungen parallel $\mathfrak{c}$ sich fortpflanzenden Strahlen. — Ein mittlerer Brechungsexponent wird auch hier mit μ bezeichnet. — Ferner existiren in allen drei genannten Systemen zwei optische Axen, also zwei Richtungen, in denen keine doppelte Brechung stattfindet, oder in welchen O und E sich mit gleicher Geschwindigkeit fortpflanzen. Man findet dieselben

dadurch, dass man ein senkrechtes Axenkreuz construirt, dessen Axen proportional der Elasticität nach den drei Richtungen im Krystall gemacht wurden und dann über je zwei dieser Axen eine Ellipse. In dem dadurch entstandenen Ellipsoid lassen sich mit der Axe der mittleren Elasticität (b) als Durchmesser zwei und nicht mehr Kreise ziehen, welche symmetrisch zu a und c liegen; die im Centrum dieser Kreise Normalen sind die optischen Axen. Dieselben liegen also stets in der Ebene der kleinsten und grössten Elasticität, und eine dieser Richtungen halbirt den spitzen, die andere den stumpfen Winkel der beiden optischen Axen.

Darüber hinaus aber gestalten sich die Verhältnisse in jedem der drei Krystallsysteme verschieden, und mögen daher einzeln abgehandelt werden.

Im rhombischen Systeme fallen die drei Elasticitätsaxen $a > b > c$ mit den krystallographischen zusammen, und können keine Dispersion erleiden. Aber die Analogie zwischen beiderlei Axen geht nicht etwa so weit, dass $a = a$, $b = b$, $c = c$ wäre, schon desshalb nicht, weil die krystallographische Bestimmung der meisten Species älter ist, als ihre optische Untersuchung und bei manchen die letzte ja überhaupt unmöglich ist. Die Ebene der optischen Axen ist stets die der kleinsten und grössten Elasticitätsaxe, also auch ein krystallographischer Hauptschnitt, oP , $\infty P\breve{\infty}$ oder $\infty P\bar{\infty}$; der spitze und der stumpfe Winkel der optischen Axen A und B werden von Elasticitätsaxen = krystallographischen Axen halbirt, während die dritte Axe b, die der mittleren Elasticität, senkrecht auf der Ebene der optischen Axen steht. Die Halbirungslinie des spitzen Winkels der optischen Axen nennt man Bissectrix oder Mittellinie, die des stumpfen zweite Mittellinie oder optische Normale; die Axe der mittleren Elasticität heisst optische Queraxe. Es gibt zwei optische Hauptschnitte, nemlich die durch Strahl und Bissectrix und die durch Strahl und optische Normale gelegten Ebenen. Auch hier unterscheidet man die Krystalle in optisch positive, bei denen c die Bissectrix ist und optisch negative, bei denen a die Bissectrix ist. Wenngleich eine Dispersion der Elasticitätsaxen, da sie zugleich krystallographische sind, nicht möglich ist, so tritt doch eine Dispersion der optischen Axen dadurch ein, dass der Brechungsexponent für die Lichstrahlen verschiedener Wellenlänge verschieden ist; aber die optischen Axen für alle Strahlen liegen absolut symmetrisch zur Bissectrix. Dabei kann bald der Winkel der optischen Axen für rothe Strahlen kleiner sein ($\rho < v$) wie bei Salpeter; bald der der blauen Strahlen ($v < \rho$), wie bei Cerussit.

Im klinorhombischen System fällt nur noch die Orthodiagonale (Axe der Symmetrie) mit einer der Elasticitätsaxen $a > b > c$ zusammen, und diese kann natürlich keine Dispersion erleiden; die beiden andern stehen in keiner gesetzmässigen Beziehung zu den krystallographischen Axen. Sie können daher für verschiedene Farben eine grössere oder kleinere Dispersion erfahren, welche je nach der Lage der optischen Axenebene verschieden ist. Diese fällt aber entweder mit der Symmetrieebene (Klinopinakoid) zusammen, oder steht senkrecht auf ihr. Danach ergeben sich drei Fälle für das klinorhombische System, nämlich:

1) die optischen Axen, also auch Bissectrix und Normale, Axe der kleinsten und grössten Elasticität, liegen in der Symmetrie-Ebene und $b = b$, d. h. die Orthodiagonale ist Axe der mittleren Elasticität oder optische Queraxe. In diesem Falle erdulden die optischen Axen für die Strahlen verschiedener Wellenlängen eine Zerstreuung in derselben Ebene, aber sie liegen nicht mehr, wie im rhombischen System, symmetrisch zur Bissectrix. So bei Gyps und Pyroxen etc. DesCloizeaux nennt diese Art der Axendispersion: dispersion inclinée.

2) Die Ebene der optischen Axen steht senkrecht zu der Symmetrie-Ebene und ist eine Schiefendebene; die Bissectrix steht senkrecht zur Axe b, liegt also nebst der Axe mittlerer Elasticität in der Symmetrie-Ebene. Dann ist die Axendispersion derart, dass allerdings die Ebene der optischen Axen für jede Farbe parallel der Orthodiagonale liegt, aber diese Ebenen haben verschiedene Neigung zur Hauptaxe. Diese dispersion horizontale DesCloizeaux findet sich am Feldspath.

3) Die Ebene der optischen Axen liegt senkrecht zur Symmetrie-Ebene, und die Bissectrix ist parallel der orthodiagonalen Axe b; die optische Normale und die optische Queraxe liegen in der Symmetrie-Ebene. Die optischen Axen für die verschiedenen Farben sind fächerförmig um die Bissectrix zerstreut. Der Borax, der Heulandit u. a. Mineralien zeigen diese Art der Dispersion, welche DesCloizeaux eine dispersion tournante oder croisée genannt hat.

Im triklinen System nimmt man auch 3 senkrechte Elasticitätsaxen $a > b > c$ an; aber keine derselben steht mehr in einem erkennbaren Zusammenhange mit den krystallographischen Axen; demnach ist auch die Lage der optischen Axenebene eine zufällige. Die Dispersionserscheinungen pflegen Combinationen derer zu sein, welche beim vorigen System erwähnt wurden.

Der Winkel, welchen die optischen Axen miteinander machen, die Lage ihrer Ebene, ja selbst der Charakter als positiv oder negativ ist nicht für eine Mineralspecies etwas Unveränderliches. Zumal

in dem klinorhombischen System zeigt sich oft ein grosses Schwanken dieser Verhältnisse selbst in den Individuen einer und derselben Varietät vom gleichen Fundorte, ja nicht selten in einem und demselben Individuum an verschiedenen Stellen. Theilweise dürften nach DesCloizeaux solche Schwankungen auf verschiedenen chemischen Bestand zurückzuführen sein. Dann aber auch kann man sie willkührlich durch Veränderung von Temperatur variiren machen. Am frühsten kannte man diese Erscheinung am Glauberit und am Gyps, dessen beide optischen Axen bei einer Temperatur von 70° C. zusammenfallen. Höchst wichtig, auch für die Geologie, sind die Beobachtungen, welche DesCloizeaux* am Feldspathe machte. Er fand nämlich, dass bei Erwärmung bis zu einem bestimmten Grade die Lage der optischen Axen sich vorübergehend änderte; nicht nur näherten sich oder entfernten sich die Axen bei Erwärmung, sondern auch ihre Ebene hörte auf normal zur Symmetrie-Ebene zu sein und fiel in diese. Wurde die Temperatur hinreichend erhöht und der Krystall ihr lange genug ausgesetzt, so blieben die eingetretenen Aenderungen in den optischen Erscheinungen und verschwanden nicht wieder. Ch. E. Weiss ** verfolgte diese Untersuchungen und wandte die gewonnenen Resultate in sehr geistreicher Weise auf die Genese der Gesteine an, indem er daraus die bei ihrer Bildung herrschenden Temperaturen zu erforschen suchte. Er nannte die Krystalle, bei denen der spitze Winkel der optischen Axen bei Erhöhung der Temperatur wächst und bei Abnahme derselben kleiner wird, analog, die mit umgekehrtem Verhalten antilog. Manche Substanzen haben bei zunehmender Temperatur zuerst eine antiloge, dann eine analoge Periode, doch pflegen dann auch in beiden Fällen die Axenebenen senkrecht zu einander zu stehen; so bei Gyps und einzelnen Feldspathen.

Im Ganzen zeigen die optisch einaxigen und die rhombischen Krystalle eine grössere Beständigkeit in ihren optischen Eigenschaften; doch wiesen Fr. Pfaff *** und Fizeau † auch für diese einen Einfluss der Temperatur nach. So wurde nach Pfaff's Versuchen der Unterschied in der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der beiden Strahlen grösser durch Erwärmung bei den optisch-negativen Vesuvian, Beryll,

---

* cf. Ann. des Mines, ser. VI, vol. II. 1862, pag. 327. — Ann. de Chim. et de Phys. 1863. 191 und Pogg. Ann. CXIX. 1863. 481; ferner Nouvelles Observations etc. von demselben Verfasser in einem Mémoire lu à l'Académie des Sciences, dans la séance du 27. Octobre 1862.

** Beiträge zur Feldspathbildung etc. Haarlem. 1866.

*** cf. Pogg. Ann. CXXIII. 1864, pag. 179.

† cf. Pogg. Ann. CXIX. 87 und 297, 1863, sowie ibid. CXXIII. 515. 1865.

Apatit, kleiner bei dem optisch-positiven Quarz. Topas verhielt sich wie Quarz und war nächst Vesuvian am empfindlichsten. Auch der Druck erwies sich nach Fr. Pfaff's Untersuchungen von Einfluss auf die optischen Verhältnisse, wenigstens bei Quarz und Calcit.

Endlich muss noch erwähnt werden, dass, wenngleich im Grossen eine scharfe Grenze zwischen isotropen und anisotropen Medien, zwischen optisch einaxigen und zweiaxigen Krystallen besteht, dennoch hie und da Ausnahmeverhältnisse eintreten, wo ein einaxiger Krystall sich wie ein zweiaxiger verhält und umgekehrt. Oft werden solche Phänomene durch Structurverhältnisse zu erklären sein, wie es Fr. Pfaff *** für den Beryll gethan hat; oft aber auch finden, wie in der Glimmerfamilie, allmälige Uebergänge statt, und theoretisch lässt sich ja ein optisch einaxiger Krystall als ein optisch zweiaxiger mit unendlich kleinem Axenwinkel auffassen.

Untersuchung der Mineralien in polarisirtem Lichte.

a) Polarisationsinstrumente.

Höchst ckarakteristisch sind die Erscheinungen, welche die Mineralien der verschiedenen Systeme auf Grund der besprochenen optischen Verhältnisse im polarisirten Lichte beobachten lassen. — Die Instrumente, deren man sich zu solchen Untersuchungen am häufigsten zu bedienen in der Lage ist, sind die Turmalinzange, die Nicol'schen Kalkspathprismen, das Polarisationsmikroskop, das Stauroskop und der Nörremberg'sche Polarisationsapparat. Die Einrichtung dieser Instrumente soll im Folgenden kurz besprochen werden.

Jedes Polarisationsinstrument muss aus zwei wesentlichen Theilen bestehen, dem Polarisator, vermittelst dessen man, sei es durch Reflexion, sei es durch Doppelbrechung, gewöhnliches Licht in polarisirtes verwandelt, und dem Analysator, vermittelst dessen man dieses Licht an und für sich oder nach seinem Durchgange durch transparente Medien in Hinsicht auf seine Fähigkeit, unter gewissen Verhältnissen reflectirt, resp. durchgelassen oder nicht mehr reflectirt und durchgelassen zu werden, oder aber Interferenzerscheinungen hervorzubringen, prüft.

Das einfachste Polarisationsinstrument, die Turmalinzange, besteht aus zwei braunen oder dunkelgrünen, parallel zur Hauptaxe geschliffenen Turmalinplatten, die in Hülsen befestigt sind, welche in Endringen eines scheerenartig gebogenen, federnden Messingdrahtes drehbar sind. Die zu beobachtenden Mineralplatten werden zwischen den Turmalinplatten eingeklemmt und durch die Federkraft der Zange

* cf. Pogg. Ann. CXXIV. 1865. 448.

gehalten. Fällt ein Lichtstrahl auf eine solche Turmalinplatte, so wird er nach den Gesetzen der doppelten Brechung, da er nicht parallel c eintritt, in zwei senkrecht zu einander polarisirte Strahlen zerlegt. Da aber von diesen beiden während des Durchganges bei hinreichender Dicke der Platte der ordinäre, senkrecht zur optischen Axe (c) schwingende Strahl vollständig absorbirt wird, so tritt auf der andern Seite nur der extraordinäre, parallel c schwingende, polarisirte Strahl wieder aus. Trifft ein polarisirter Strahl auf ein doppelt brechendes Medium so, dass seine Schwingungsebene parallel oder senkrecht zu einem optischen Hauptschnitt desselben ist, so erleidet er keine doppelte Brechung; andernfalls wird er in zwei Strahlen zerlegt nach denselben Gesetzen, wie ein gewöhnlicher Lichtstrahl. Diese beiden schwingen wieder in der Richtung der grössten und kleinsten Elasticitätsaxe der zu ihrer Richtung normalen Durchschnittsebene. Der aus der ersten Turmalinplatte austretende E wird also ungebrochen in die zweite eindringen, wenn deren Hauptaxe parallel oder senkrecht zu der der ersten steht. Im ersten Falle wird er in der Richtung der Hauptaxe der zweiten Turmalinplatte schwingen, und also als extraordinärer Strahl mit ungeschwächter Intensität auch aus ihr austreten. Beim Durchblick hat man ein helles (braunes oder grünes) Gesichtsfeld. Im zweiten Fall schwingt er aber senkrecht zur Hauptaxe des zweiten Turmalins, ist also ein ordinärer Strahl geworden und wird von der Platte absorbirt; das Gesichtsfeld ist dunkel. In jedem andern Falle wird der Strahl beim Eintritt in die zweite Turmalinplatte zerlegt nach dem Gesetz des Parallelogramms der Kräfte; der Strahl O wird wieder absorbirt und nur E geht durch. Die Intensität des durchgelassenen Lichtes ist alsdann abhängig von dem Winkel, den die optischen Hauptschnitte der Turmalinplatten bilden, und zwar ist sie gleich dem Product aus dem Cosinus dieses Winkels mit der Intensität des aus der ersten Turmalinplatte austretenden Strahles. Es sei x der Winkel der beiden Turmalinhauptschnitte ab und ef, mg = I die Intensität (Schwingungsamplitüde) des aus dem ersten Turmalin austretenden Strahles. Derselbe zerfällt alsdann in einen O, welcher senkrecht zu ef mit der Intensität hg schwingt und absorbirt wird und

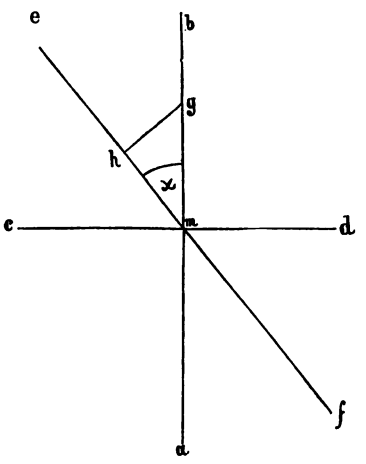


Fig. 27.

einen E, welcher parallel ef mit der Intensität mh = I_1 schwingt und durchgelassen wird, vorausgesetzt, man habe gh senkrecht zu ef gemacht. Nun ist aber cos x = hm : gm = I_1 : I, also I_1 = I . cos x. Man sieht, dass, wie oben schon gesagt, für x = 0° I_1 = I, für x = 90° dagegen I_1 = 0 wird.

Bei der Beobachtung der Polarisationserscheinungen durch die Turmalinplatten ist deren dunkle Färbung oft hinderlich, und sie werden daher mit Vortheil durch die NICOL'schen Calcitprismen ersetzt, bei denen ebenfalls der polarisirte Strahl durch Doppelbrechung erhalten wird. Man hat ein NICOL'sches Prisma, wenn man an zwei natürlichen länglichen Doppelspathspaltungsstücken (siehe Fig. 28) die natürlichen Flächen P oben, welche mit den stumpfen Polkanten k und k_1 Winkel von 109° 4′ und 70° 56′ machen, schleifend durch andere ersetzt, die gegen k und k_1 nur 112° und 68° geneigt sind, während man statt der unteren Flächen solche anschleift, die senkrecht zum Hauptschnitt des Calcits und zugleich senkrecht auf die oben angeschliffene Fläche stehen, und dann die beiden Prismen mit den unten angeschliffenen Flächen vermittelst einer dünnen Schicht von Canadabalsam zusammenkittet. Fig. 29 ist ein Durchschnitt eines

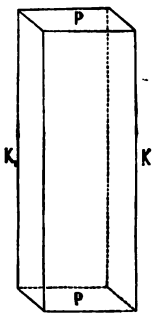


Fig. 28.

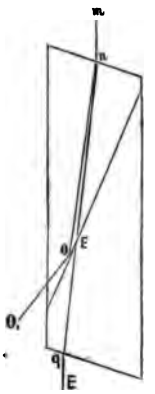


Fig. 29.

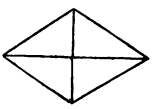


Fig. 30.

NICOL'schen Prismas durch die Kanten k und k_1. Fällt nun parallel mit k ein Lichtstrahl mn auf dasselbe, so wird derselbe in die Strahlen nO und nE zerlegt. Da der Brechungsexponent des ordentlichen Strahles nO = 1,654, der der Balsamschicht nur 1,536 ist, so muss derselbe, da er nicht eindringen kann, eine Totalreflexion nach OO_1 erleiden, während der ausserordentliche Strahl nE mit dem kleineren Brechungsexponenten durch die Balsamschicht hindurchgeht und in der Richtung qE_1 || mn aus dem Prisma austritt. Ein solches Prisma wird vermittelst Korkes in einer Metallhülse befestigt; die obere und untere

Fläche desselben hat die Gestalt eines Rhombus (Fig. 30), dessen kurze Diagonale in dem optischen Hauptschnitt des Prismas liegt und demnach die Schwingungsebene des durchgelassenen extraordinären Strahles ist, während die lange Diagonale der Polarisationsebene entspricht.

Zwei solcher Nicol'schen Prismen wirken natürlich gerade so wie zwei Turmalinplatten, nur dass hier durch Totalreflexion dasselbe erreicht wird, was dort durch Absorption, nämlich die Entfernung des einen der beiden polarisirten Strahlen. Das Nicol'sche Prisma aber hat den Vortheil der Farblosigkeit. Lässt man einen gewöhnlichen Lichtstrahl in das eine Nicol eintreten, so wird nur ein polarisirter E dasselbe verlassen und auf das zweite Nicol fallen; steht dessen optischer Hauptschnitt parallel dem des ersten, so wird der Strahl mit derselben Intensität dasselbe durchlaufen, das Gesichtsfeld hat ein Maximum von Helle. Wenn aber die optischen Hauptschnitte beider Nicols unter 90° gekreuzt sind, so schwingt der eingetretene Strahl im zweiten Nicol senkrecht zu demselben und erleidet an der Schicht von Canadabalsam eine totale Reflexion, das Gesichtsfeld zeigt ein Minimum von Helle. Bei jeder Zwischenstellung tritt eine Zerlegung des aus dem ersten Nicol kommenden Strahles im zweiten ein, der ordinäre Strahl wird durch Totalreflexion entfernt, während E allein mit der Intensität $I_1 = I \cdot \cos x$, wie bei Turmalin hindurchgeht. Je kleiner also der Winkel der beiden Hauptschnitte, desto heller ist das Gesichtsfeld; je mehr er sich 90° nähert, desto dunkler wird es werden.

Bei dem Stauroskop und dem Nörremberg'schen Polarisationsapparat, deren Einrichtung erst später besprochen werden wird, erhält man polarisirtes Licht durch Reflexion unter dem Brewster'schen Polarisationswinkel. Der Polarisator ist ein Glasspiegel, der Analysator ein Nicol'sches Prisma. Da nun durch Reflexion polarisirtes Licht rechtwinklig zur Polarisationsebene (durch einfallenden und reflectirten Strahl) schwingt, so wird bei solchen Instrumenten ein dunkles Gesichtsfeld eintreten, wenn der optische Hauptschnitt des Nicol (die kurze Diagonale) parallel zur Reflexionsebene, also zugleich senkrecht zur Schwingungsebene des polarisirten Strahles steht. Das Gesichtsfeld wird ein Maximum von Helle haben, wenn der umgekehrte Fall eintritt und in den Zwischenstellungen wird die Helle des Gesichtsfeldes proportional dem cosinus des Winkels sein, unter welchem die Polarisationsebenen von Spiegel und Nicol geneigt sind.

An einem Mikroskop bringt man eine für die gewöhnlichen Zwecke ausreichende Polarisationsvorrichtung am bequemsten dadurch an, dass man unter das zu untersuchende Object im Diaphragma ein Nicol als

Polarisator einfügt und ein ebensolches entweder in das Ocular einschiebt oder demselben aufsetzt. Befindet sich der Polarisator im Ocular, so hat man den Vortheil eines grösseren Gesichtsfeldes, auf demselben dagegen die Annehmlichkeit, bei jeder beliebigen Vergrösserung im polarisirten Lichte arbeiten zu können und nicht an ein bestimmtes Ocular gebunden zu sein.

b) Dünne Mineralblättchen im polarisirten Lichte.

Bringt man bei senkrecht zu einander stehenden Nicolhauptschnitten ein dünnes Mineralblättchen unter das Mikroskop, welches einer doppelt brechenden (anisotropen) Species angehört, so wird man im Allgemeinen beobachten, dass statt des vorher dunklen Gesichtsfeldes ein erhelltes oder intensiv gefärbtes erscheint. Gehört dagegen das untergeschobene Blättchen einem amorphen oder regulär krystallisirenden (isotropen) Körper an, so wird das Gesichtsfeld dunkel bleiben, man möge dem Blättchen durch Drehung um eine darauf senkrechte Axe eine Stellung geben, welche man wolle. Vermittelst dieses höchst einfachen Experimentes vermag man also sofort in ziemlich sicherer Weise die isotropen Körper von den anisotropen zu trennen, selbst wenn man es nur mit winzigsten Blättchen zu thun hat. Betrachten wir zunächst die Vorgänge in den

Isotropen Körpern im polarisirten Lichte. Stehen die optischen Hauptschnitte zweier Nicol'schen Prismen oder zweier Turmaline oder die Schwingungsebenen der von einem Spiegel reflectirten polarisirten Strahlen und die Hauptschnitte des Nicol, resp. der Turmalinplatte senkrecht zu einander, so hat man, wie vorhin erklärt wurde, ein dunkles Gesichtsfeld. Schiebt man nun zwischen Polarisator und Analysator ein Blättchen eines einfach brechenden Körpers, so wird dadurch in den Verhältnissen nichts geändert, denn da der isotrope Körper keinerlei Einfluss auf die Schwingungsrichtung des durchgehenden Lichtes übt, so fallen die Strahlen auf den Analysator gerade so auf, wie sie es ohne Anwesenheit der Lamelle thun würden. Auch eine Drehung dieser Lamelle in ihrer eigenen Ebene oder irgend einer andern Richtung kann keinerlei Einfluss haben, da die Elasticität des Aethers nach allen Richtungen in derselben absolut gleich ist. Die senkrecht die Lamelle durchlaufenden Strahlen werden also ohne Brechung, die in anderer Richtung sie durchlaufenden nach einer zweimaligen einfachen Brechung beim Ein- und Austritt parallel mit ihrer Einfallsrichtung wieder austreten, in jedem Falle ohne eine Veränderung ihrer Schwingungsrichtung zu erfahren. Bei einer Veränderung

der Stellung des Analysator zum Polarisator wird man aus denselben Gründen nur diejenigen Erscheinungen beobachten, welche auch ohne Anwesenheit der Platte eintreten würden, höchstens mit einer Abnahme der Lichtintensität, wie sie der der Platte eigenthümlichen Absorption zu verdanken wäre.

Nun aber gibt es eine Reihe von regulären Krystallen, natürlichen wie künstlichen, welche im polarisirten Lichte Interferenzerscheinungen erkennen lassen, die eigentlich nur bei anisotropen oder doppeltbrechenden Mineralien vorkommen könnten. Darunter sind besonders zu nennen der Senarmontit, Diamant, Boracit, Analcim, Leucit und Alaun. Man belegt die optischen Erscheinungen in allen diesen Körpern wohl allgemein mit dem Namen der Lamellarpolarisation, obgleich sie doch bei verschiedenen Mineralien auf verschiedene Ursachen zurückgeführt werden müssen. Eine Ursache für solche Erscheinungen kann unter andern in einer molekularen Veränderung liegen, welche einen einheitlichen regulären Krystall in ein Aggregat doppelt brechender Individuen verwandelte, so dass hier die Aggregatpolarisation einer Pseudomorphose auftrete. In einer solchen pseudomorphen Umwandlung zu Parasit wäre z. B. die Ursache der Polarisationserscheinungen im Boracit zu suchen *; eine Erklärung, welche durch die mikroskopische Untersuchung der Boracite sehr wahrscheinlich gemacht wird. Beim Senarmontit möchte DesCloizeaux die Polarisationserscheinungen auf eingewachsene Lamellen von rhombischer arseniger Säure zurückführen. Beim Diamant und einigen andern isotropen Substanzen leitete Brewster ** die Erscheinungen der Doppelbrechung auf eingeschlossene Gase zurück, durch deren Druck auf die Wandungen ihrer Höhlungen Spannungen im Molekulargefüge ihrer Wirthe erzeugt wurden, wie man sie künstlich durch Pressen von Glasplatten nachahmen kann. In andern Fällen erklärt man analoge Erscheinungen durch eine lamellare Structur (daher Lamellarpolarisation), durch welche dünne Schichten von Mineralsubstanz jeweils durch dünnste Schichten Luft getrennt wären, so dass die Erscheinung analog der in Systemen von Glasplatten wäre. Es kann dann eine solche lamellare Structur in Zusammenhang mit Spaltungsrichtungen stehen oder auch unabhängig davon sein. Diese Erklärung wurde bei Analcim und Leucit von Biot *** gegeben und von ihm der Name

* cf. Otto Volger. Versuch einer Monographie des Boracit. Hannover 1855 und DesCloizeaux, Nouvelles recherches etc. Mém. prés. à l'Institut de France. T. XVIII. 1867, pag. 6 und pag. 9.

** Philos. Magaz. Ser. III, vol. VII, 249. — Pogg. Ann. XXXVI, 563. 1835.

*** Mémoires de l'acad. royale des sciences de l'Institut de France. 1841. XVIII. 539.

polarisation lamellaire eingeführt. REUSCH* untersuchte die Doppelbrechung des Alauns und vermuthete die Ursache in Uebereinstimmung mit MARBACH** in inneren Spannungen, die durch Contractionserscheinungen beim Uebergang aus dem flüssigen in den festen Aggregatzustand bedingt wurden. Ist diese Erklärung richtig, so würde man sie auch auf schwache Polarisationserscheinungen anwenden können, welche man hie und da an vulkanischen Gläsern beobachtet.

Für die Mikromineralogie mit Anwendung auf Petrographie sind die Erscheinungen am Leucit von besonderem Interesse; dieselben zeigen eine grosse Regelmässigkeit, und wurden ausführlich von ZIRKEL*** beschrieben. Unter dem Mikroskop erkennt man bei gekreuzten Nicols in der dunklen Krystallmasse Systeme von parallelen breiteren und schmäleren Streifen, welche sich theils rechtwinklig, theils unter 60° kreuzen. Diese Streifen (man vergleiche die Abbildungen zu Leucit im speciellen Theile) sind abwechselnd dunkel und bläulichgrau bis blau. Dreht man bei liegenbleibendem Präparat den Analysator in die Parallelstellung, so sind die schwarzen Streifen wasserhell, die blaugrauen dagegen zeigen nun die Complementärfarbe gelbbraun. Dreht man dagegen das Präparat in seiner Ebene zwischen gekreuzten Nicols, so bleiben in manchen Präparaten die dunklen Streifen dunkel, die blauen dagegen durchlaufen die Phasen doppeltbrechender Krystalllamellen; in anderen Präparaten zeigen auch die dunklen Streifen einen Wechsel von hell und dunkel bei einer Horizontaldrehung des Schliffes, scheinen also ebenso anisotrop zu sein. Hat man einmal im polarisirten Lichte diese Streifensysteme gesehen, so findet man auch im gewöhnlichen leicht eine feine Reifung, welche der der Plagioklase nicht unähnlich ist. ZIRKEL meinte, die Erscheinungen am Leucit lassen sich nicht wohl auf lamellare Structur zurückführen und suchte die Erklärung darin, dass vielleicht, wie der Natrongehalt der Leucite anzudeuten scheine, eine lamellare Verwachsung eines regulären Kali-Leucit mit einem doppelt brechenden Natronleucit vorliege, wie solche ja bei den verwandten Feldspathen so häufig ist. Es muss übrigens bemerkt werden, dass keineswegs alle Leucite die beschriebenen Phänomene zeigen, sondern oft scheinbar vollkommen regulär sind. Ganz neuerdings wies G. VOM RATH† für die aufgewachsenen Leucite

* Monatsber. der K. Akad. d. Wissensch. Berlin. 1867. Sitzung vom 11. Juli und Pogg. Ann. CXXXII. 618. 1867.

** Pogg. Ann. XCIV. pag. 425. 1855.

*** Zeitschrift der deutschen geol. Gesellschaft. XX. 147. 1868.

† Monatsber. d. K. Akad. der Wiss. Berlin. Sitzung vom 1. August 1872. pag. 624.

nach, dass sie dem quadratischen System angehören [ihr scheinbares Ikositetraeder ist dann die Combination P . 4P2, und eine grosse Neigung zur Zwillingsbildung besitzen und zwar nach dem Gesetze: Zwillingsebene ist eine Fläche der ersten spitzen Pyramide $2P\infty$. Damit stimmt nun auch vollkommen das optische Verhalten der eingewachsenen Leucite, welches genauer bei der Besprechung der Species Leucit angegeben wird. Eigentlich also sollte der Leucit hier nicht eine Stelle gefunden haben.

Dünne Blättchen doppeltbrechender Mineralien in polarisirtem Lichte.

Bei der Beobachtung dünner Blättchen doppelt brechender Mineralien im polarisirten Lichte werden natürlich die Erscheinungen je nach der Lage derselben zu den optischen Hauptrichtungen verschieden sein. Steht die Richtung einer optischen Axe senkrecht auf der Ebene des Blättchens und geht das Licht parallel derselben, also auch senkrecht durch das Blättchen, so werden die Erscheinungen hier genau dieselben sein, wie bei den einfach brechenden Körpern, da ja in der Richtung einer optischen Axe keinerlei polarisirende oder zerlegende Einwirkung auf das durchgehende Licht ausgeübt wird; es tritt dieser Fall nach der Natur der Sache bei optisch einaxigen Mineralien viel häufiger im Schliffe ein, als bei optisch zweiaxigen.

War aber das Blättchen in irgend einer andern Richtung als senkrecht zu seiner optischen Axe geschnitten, so hat man im Allgemeinen bei Einschiebung desselben zwischen die gekreuzten Nicols statt des dunklen Gesichtsfeldes ein helles, farbiges. Dreht man dann das Blättchen um eine vertikale Axe, so wird man eine Ab- und Zunahme der Farbenintensität beobachten und bei zwei Lagen des Blättchens, die senkrecht zu einander stehen, wird das Gesichtsfeld genau so dunkel sein, wie wenn das Blättchen nicht vorhanden wäre. Stellt man nun die Hauptschnitte der Nicols parallel und schiebt das doppelt brechende Blättchen wieder unter das Mikroskop, so wird man bei denselben Lagen, wo vorher das Gesichtsfeld dunkel war, ein Maximum von Helle haben. Bei jeder andern Lage dagegen wird das Gesichtsfeld mit wechselnder Intensität gefärbt erscheinen und zwar in der Complementärfarbe derjenigen, die man vorhin bei gekreuzten Nicols wahrnahm.

Die folgenden Betrachtungen werden diese Erscheinungen als einfache Interferenz-Phänomene erkennen lassen. Es treffe ein gewöhnlicher Lichtstrahl auf ein Gypsspaltungsblättchen oder irgend ein anderes nicht senkrecht zur optischen Axe geschnittenes Mineral-

blättchen; dann wird derselbe nach dem Gesetz der Doppelbrechung in zwei polarisirte, in der Richtung der grössten und kleinsten Elasticität des senkrecht zu ihm gelegten Durchschnitts schwingende Strahlen zerlegt. Trifft aber nicht ein gewöhnlicher, sondern schon polarisirter Strahl auf das Blättchen, so kann derselbe keine weitere Zerlegung erleiden, sobald seine Schwingungsebene parallel der Richtung der kleinsten oder der grössten Elasticität der Fläche des Mineralblättchens liegt, die ja die Schwingungsrichtungen für alle dasselbe durchlaufenden Strahlen sind. Wohl aber wird er genau wie ein gewöhnlicher Lichtstrahl zerlegt in jedem andern Falle. Da beim Gyps die optischen Axen in der Spaltungsfläche liegen, so wird der vom Polarisator kommende Strahl jedesmal dann unverändert das Blättchen durchlaufen, wenn seine Schwingungsebene, also der optische Hauptschnitt des Polarisator mit der Bissectrix oder der optischen Normale, d. h. einem optischen Hauptschnitt im Gypsblättchen parallel ist. Dann gelangt natürlich derselbe mit unveränderter Schwingungsrichtung in den Analysator und erleidet hier an der Balsamschicht eine Totalreflexion. Das Gesichtsfeld bleibt so dunkel, als hätte man ein einfach brechendes oder gar kein Krystallblättchen eingeschoben. Wäre das Blättchen nicht optisch zweiaxig, sondern optisch einaxig, und seine Ebene unter irgend einem Winkel zur Hauptaxe geneigt, so würde selbstverständlich das Gesichtsfeld dunkel werden, sobald die Hauptaxe oder irgend eine zu ihr senkrechte Richtung (die ja hier die Axen der grössten und kleinsten Elasticität sind) mit dem optischen Hauptschnitt des Polarisator zusammenfielen. Da stets die Richtungen der kleinsten und grössten Elasticität normal zu einander sind, so wird also ein dunkles Gesichtsfeld bei einer vollen Drehung des Blättchens vier Mal eintreten und je zwischen zwei solchen Stellungen liegt ein rechter Winkel. Zugleich findet man durch diese Erscheinung in optisch einaxigen Blättchen die Richtung der Hauptaxe, in optisch zweiaxigen die Richtung zweier Elasticitätsaxen, und kann aus Vergleichungen dieser Richtungen mit den krystallographischen Umrissen des Blättchens Schlüsse auf das Krystallsystem desselben machen.

Bei jeder andern Lage des Blättchens, bei welcher nicht irgend eine Elasticitätsaxe mit dem optischen Hauptschnitt des Polarisator zusammenfällt, wird der von diesem kommende Strahl genau wie ein gewöhnlicher in zwei zerlegt, deren Schwingungen parallel der grössten und kleinsten Elasticität in der Ebene des Blättchens sind. Da nun aber das Licht senkrecht auf das Blättchen fällt, so durchlaufen die beiden Zerlegungsstrahlen dasselbe in gleicher Richtung,

indessen mit ungleichen Geschwindigkeiten und während also bei a (Fig. 31) ein Strahl eintritt, treten bei b zwei Strahlen aus, von denen der eine dem andern um eine bestimmte Anzahl Wellenlängen vorausgeeilt ist. — Es seien nun in Fig. 32 AB und CD die Schwingungsebenen (optischen Hauptschnitte) des polarisirenden und analysirenden Nicols, EF und GH die Axen grösster und kleinster Elasticität im doppelt brechenden Mineralblättchen, also die Schwingungsebenen von O und E in demselben und mn = i die Vibrationsintensität oder Schwingungsamplitüde des vom Polarisator auf das anisotrope Blättchen senkrecht fallenden Strahles. Dieser wird nach den optischen Hauptschnitten des Blättchens in zwei

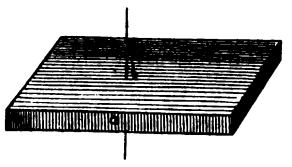


Fig. 31.

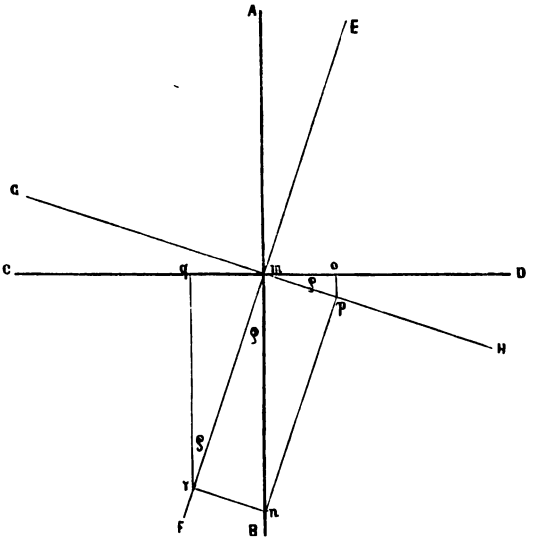


Fig. 32.

Strahlen zerlegt, welche in den Richtungen EF und GH mit den Vibrationsamplitüden

$$mr = i' = i \cdot \cos \varrho \text{ und}$$
$$mp = i'' = i \cdot \sin \varrho$$

schwingen. Mit diesen Schwingungsintensitäten durchlaufen beide Strahlen das Blättchen und treten damit bei b (Fig. 31) aus. Da aber die Elasticität des Aethers in den Vibrationsrichtungen innerhalb des Blättchens verschieden ist, so werden auf dem Wege des einen Strahls n + x Wellenlängen liegen, wenn auf dem des andern n lagen.

Im Momente des Austritts aus dem Blättchen werden also die beiden Strahlen sich in verschiedenen Schwingungsphasen befinden, und also die Vibrationsgeschwindigkeit eines Aethertheilchens in diesem Punkte für den einen Strahl eine andere sein, als für den andern. Da die Oscillationen eines Lichtäthermoleküls um seine Gleichgewichtslage genau nach den Gesetzen der Pendelbewegung stattfinden, so ist seine Vibrationsgeschwindigkeit = 0 im Augenblick des grössten Abstandes von der Gleichgewichtslage, wächst mit der Annäherung an dieselbe und erreicht ein Maximum im Moment, wo es die Gleichgewichtslage passirt; dieses Maximum ist genau proportional der Oscillationsamplitüde. Wenn man also mit i′ die Vibrationsintensität d. h. die Geschwindigkeit bezeichnet, womit ein Aethermolekül des in EF schwingenden Strahls seine Gleichgewichtslage passirt, mit t die Zeit, welche seit einem bestimmten Augenblick verstrich, in welchem dasselbe sich im grössten Abstand von seiner Gleichgewichtslage befand und mit T die Oscillationsdauer, d. h. die Zeit, welche das Aethermolekül gebraucht, um den Weg zwischen den beiden grössten Abständen von seiner Gleichgewichtslage zu durchlaufen, so ist nach dem Gesetz der Pendelschwingungen die Vibrationsgeschwindigkeit dieses Aethertheilchens im Moment, wo der in EF schwingende Lichtstrahl das Mineralblättchen verlässt,

$$v' = i' \cdot \sin\left(2\pi\frac{t}{T}\right).$$

Der Quotient $\frac{t}{T}$ giebt, wie leicht zu sehen, die Anzahl der Oscillationen an, die das Aethermolekül seit dem Beginn von t machte.

Der in GH schwingende Strahl habe sich gegen den in EF schwingenden auf dem Wege von a nach b (Fig. 31) verzögert oder beschleunigt. Nennen wir die lineare Grösse dieser Verzögerung oder Beschleunigung x und ist die Wellenlänge dieses Strahles $= \lambda$, indem wir der Einfachheit wegen bei dieser ganzen Deduction nicht weisses Licht, sondern solches einer bestimmten Farbe annehmen, dann ist $\frac{x}{\lambda}$ die Anzahl von Wellenlängen, um welche dieser Strahl vom ersten entfernt ist. Demnach hätten wir, wenn die Schwingungsintensität desselben $= mp = i''$, für die Vibrationsgeschwindigkeit desselben Aethermoleküls im Moment seines Austritts

$$v'' = i'' \sin 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right).$$

Nun können aber die beiden bei b (Fig. 31) austretenden Strahlen nicht interferiren, weil sie senkrecht zu einander schwingen; eine

Interferenz kann erst stattfinden, wenn sie auf die Schwingungsebene des Analysator reducirt werden. Die Schwingungsebene des analysirenden Nicol CD steht nach der Annahme senkrecht auf AB; sie bildet also mit GH denselben Winkel, wie AB mit EF. Trifft der im Gypsblättchen nach EF schwingende Strahl auf den Analysator, so wird er in einen ordentlichen, senkrecht zu CD mit der Intensität qr schwingenden Strahl zerlegt, der durch Totalreflexion im Nicol, durch Absorption im Turmalin entfernt wird, und einen ausserordentlichen parallel CD schwingenden Strahl, welcher allein in Anbetracht kommt. Die Schwingungsintensität desselben ist qm = mr . sin ϱ und da mr = i' = i cos ϱ, so ist:

$$qm = i \,.\, \cos \varrho \,.\, \sin \varrho$$

Auch der im Gypsblättchen nach GH schwingende Strahl erleidet beim Auffallen auf den Analysator eine Doppelbrechung in einen ordentlichen, senkrecht zu CD mit der Schwingungsintensität op behafteten Strahl, welcher in gleicher Weise durch Totalreflexion oder Absorption entfernt wird, und einen allein in Betracht kommenden ausserordentlichen, parallel mit CD mit der Intensität mo = mp . cos ϱ schwingenden Strahl. Da mp = i'' = i . sin ϱ, so ist die Schwingungsintensität dieses Strahles im Analysator

$$mo = i \,.\, \sin \varrho \,.\, \cos \varrho$$

Die Schwingungsintensitäten beider den Analysator durchlaufenden Lichtstrahlen sind also gleich, aber entgegengesetzt gerichtet; nennt man die des einen i, so ist die des anderen = — i. Afficirt demnach der erste durch den Analysator gehende Strahl ein auf seinem Wege liegendes Aethertheilchen mit der Vibrationsgeschwindigkeit

$$v' = i \,.\, \sin \left(2\pi \frac{t}{T} \right),$$

so theilt der zweite, den Analysator durchlaufende Strahl demselben Aethertheilchen in demselben Augenblicke eine Vibrationsintensität

$$v'' = - i \,.\, \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$$

mit.

Der entstehende Interferenzstrahl wird also eine Schwingungsintensität besitzen, welche der Summe der beiden ihm mitgetheilten gleich ist; demnach ist, wenn man S die Vibrationsintensität des Interferenzstrahls nennt

$$S = i \,.\, \sin \left(2\pi \frac{t}{T} \right) - i \,.\, \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right).$$

Setzt man der leichteren Rechnung wegen $2\,\pi\,\frac{t}{T} = \alpha$ und $2\,\pi\,\frac{x}{\lambda} = \beta$, so ist

$$S = i\,.\,\sin\alpha - i\,.\,\sin(\alpha-\beta)$$
$$= i\,.\,\sin\alpha - i\,(\sin\alpha\cos\beta - \cos\alpha\sin\beta)$$
$$= i\,(1-\cos\beta)\sin\alpha + i\cos\alpha\sin\beta.$$

Um die Vibrationsintensität des Interferenzstrahles zu finden, muss man diese Gleichung auf die Form $S = J\sin(\alpha + y) = J\sin\alpha\cos y + J\cos\alpha\sin y$ bringen. Setzt man diese Gleichung der letzten gleich, dann ist

$$J\cos y = i\,(1-\cos\beta) \text{ und}$$
$$J\sin y = i\sin\beta.$$

Quadrirt und addirt man diese Gleichungen, so hat man

$$J^2(\cos^2 y + \sin^2 y) = i^2[(1-\cos\beta)^2 + \sin^2\beta].$$

Da nun $\cos^2 y + \sin^2 y = \cos^2\beta + \sin^2\beta = 1$, so erhält man hieraus

$$J^2 = i^2(2-2\cos\beta)$$

$$J = i\sqrt{2-2\cos\beta} = i\sqrt{2-2\cos\left(2\pi\frac{x}{\lambda}\right)}.$$

Setzen wir die Lichtstärke des Interferenzstrahls $= L$, so ist diese proportional dem Quadrat der Vibrationsintensität und man hat

$$L = i^2\left[2-2\cos\left(2\,\pi\,\frac{x}{\lambda}\right)\right]$$
$$= 2\,i^2\left(1-\cos 2\,\pi\,\frac{x}{\lambda}\right).$$

Der Berechnung wurde der einfachste Fall zu Grunde gelegt, dass man nämlich nur Licht einer bestimmten Wellenlänge λ habe und für diese einfachsten Verhältnisse, die man im Experiment leicht durch Auflegen eines homogen gefärbten Glases herstellt, würde also die Lichtstärke des beobachteten Blättchens abhängig sein von x d. h. von der Dicke des beobachteten doppeltbrechenden Blättchens und von i, d. h. (da $i = i\sin\varrho\,.\cos\varrho$), von der Lage der Schwingungsebenen im untersuchten Blättchen zu der Schwingungsebene des Polarisator. Bleibt $\sphericalangle\varrho$ constant, so wird der Werth für $L = 0$ jedesmal, wenn $x = n\lambda$, wobei $n = 0$ oder einer ganzen Zahl sein muss; denn in jedem dieser Fälle wird der Cosinus in der Klammer $= 1$, also die Klammergrösse selbst $= 0$. — Dagegen tritt ein Maximum

von Lichtstärke ein, jedesmal wenn $x = \frac{2n+1}{2} \lambda$, wobei n wieder eine beliebige ganze Zahl oder 0 bedeutet, denn dann wird der Cosinus in der Klammer = 0, also der Klammerwerth = 1. Ein doppelt brechendes Mineralblättchen wird also im homogenen Lichte zwischen gekreuzten Nicols dunkel erscheinen, wenn der eine Strahl dem andern um eine Anzahl ganzer Wellenlängen vorausgeeilt ist, hell dagegen im Maximum, wenn seine Beschleunigung ein ungerades Vielfaches einer halben Wellenlänge ist.

Bei constanter Dicke des Blättchens dagegen ist seine Helligkeit eine Function von $\sphericalangle\varrho$, da $i = i \cdot \sin\varrho \cos\varrho$. Wird nun $\sphericalangle\varrho = 0^0$ oder $= 90^0$, so wird $i = 0$, also das Blättchen erscheint dunkel. Ein Maximum von Helle tritt ein, wenn $\sphericalangle\varrho = 45^0$, denn dann wird $i = {}^1/_2\, i$, welches auch die Dicke des Blättchens sei.

Wendet man bei dem Versuche nicht homogenes farbiges Licht von bestimmter Wellenlänge, sondern wie das bei mikroskopisch-mineralogischen Untersuchungen fast ausnahmslos geschieht, weisses Licht an, so wird bei bestimmter Dicke des Blättchens für gewisse Farben ein Maximum der Helle eintreten, für andere ein Minimum, für andre ein Zwischenwerth, je nachdem der eine Strahl dieser Farben dem andern um ganze, um ungerade halbe oder andere Anzahlen von Wellenlängen vorauseilte. Das Blättchen wird also bei jeder beliebigen Dicke weder hell noch dunkel, sondern farbig erscheinen; diese Farben sind keine einfachen, sondern zusammengesetzte und sind durchaus analog denen der NEWTON'schen Ringe im reflectirten Lichte. Welche Farbe man sehen wird, hängt natürlich ab von der Dicke des Blättchens. Je dicker das Blättchen wird, desto mehr Maxima verschiedener Strahlen fallen zusammen, also desto verwaschener und unentschiedener sind die Farben, bis man nur noch ein allgemein helles Gesichtsfeld bekommt. — Die Intensität der Farbe dagegen hängt ab vom $\sphericalangle\varrho$ und wird ein Maximum für $\varrho = 45^0$.

Beobachtete man das doppeltbrechende Blättchen zwischen parallelen Polarisator und Analysator, so ginge die Gleichung für die Vibrationsintensität über in

$$J = i \sqrt{2 + 2\cos\left(2\pi \frac{x}{\lambda}\right)}$$

und die Gleichung für die Lichtstärke würde dann

$$L = 2\, i^2 \left(1 + \cos 2\pi \frac{x}{\lambda}\right),$$

weil die Werthe mq und mo nicht mehr gleich und entgegengesetzter

Richtung, sondern gleich und derselben Richtung wären. Man sieht sofort, dass bei den früheren Dunkellagen jetzt Hell eintreten muss. Dass aber bei den Lagen, wo vorher ein farbiges Gesichtsfeld da war, jetzt die complementäre Farbe auftreten muss, folgt daraus, dass nun für diejenigen Farbenstrahlen ein Maximum von Lichtstärke vorliegt, für welche $x = n \cdot \lambda$, wenn $n = 0$ oder einer ganzen Zahl, umgekehrt ein Minimum für diejenigen farbigen Strahlen, für welche $x = \frac{2n+1}{2}\lambda$ wenn n wieder eine beliebige ganze Zahl oder 0 bedeutet.

Fassen wir noch einmal die wichtigsten Sätze über die optischen Erscheinungen in doppelt brechenden Mineralblättchen zusammen, so heissen sie:

1) Doppeltbrechende Blättchen verhalten sich zwischen gekreuzten Nicols oder andern Polarisationsvorrichtungen genau so, wie einfachbrechende, d. h. sie bleiben bei einer ganzen Horizontaldrehung dunkel, wenn sie senkrecht zu einer optischen Axe geschnitten sind, mögen sie optisch einaxig oder zweiaxig sein.

2) Sind sie nicht senkrecht zu einer optischen Axe geschnitten, so zeigen sie im Allgemeinen zwischen parallelen und gekreuzten Nicols Farbenerscheinungen.

3) Bei parallelen Nicols sind sie hell und bei gekreuzten dunkel, sobald eine Elasticitätsaxe in ihnen mit dem optischen Hauptschnitt des Polarisator (kurze Diagonale des Nicolquerschnitts) zusammenfällt, was bei einer vollen Horizontaldrehung des Blättchens vier Mal eintritt.

4) Bilden bei gekreuzten Nicols die Elasticitätsaxen in der Fläche des Blättchens irgend welche Winkel mit dem optischen Hauptschnitt des Polarisator, so ist das Gesichtsfeld farbig. Und zwar wechselt die Farbe bei einer Horizontaldrehung des Blättchens der Intensität nach, nicht der Art nach. Das Maximum der Intensität tritt ein, wenn die Elasticitätsaxen des Blättchens um 45^0 zu den optischen Hauptschnitten der Nicols geneigt sind.

5) Dasselbe Blättchen zeigt zwischen parallelen Nicols die Complementärfarbe mit in gleicher Weise bei Horizontaldrehung wechselnder Intensität.

6) Diese Farbenerscheinungen beruhen auf Interferenz der durch Doppelbrechung im Blättchen entstandenen Strahlen; sie hängen ab: — a) von dem Brechungsexponenten der Substanz oder der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes in derselben, so dass gleich dicke Blättchen verschiedener Substanzen verschiedene Farben zeigen; — b) bei einer und derselben Substanz hängen sie von der Lage des Schnitts ab, weil bei doppeltbrechenden Substanzen die Aetherelasticität

nach verschiedenen Richtungen verschieden ist; — c) bei der gleichen Substanz und gleicher Schnittlage hängen sie von der Dicke des Blättchens und der Lage seiner Schwingungsebenen zum optischen Hauptschnitt des Polarisator ab.

c) Stauroskopische Untersuchung.

Die Untersuchung der optischen Eigenschaften dünner Krystallamellen im Polarisationsmikroskop lässt allerdings sofort mit einiger Sicherheit erkennen, ob ein einfach- oder doppeltbrechender Körper vorliegt. Auch lässt sich durch die Combination der beobachteten optischen Erscheinungen und der Krystallumrisse meistens mit grosser Wahrscheinlichkeit angeben, ob man ein optisch-einaxiges oder ein optisch-zweiaxiges Object unter dem Mikroskope hat. Welchem Krystallsysteme aber dasselbe angehöre und die genaue Lage der Schwingungsebenen, also der Elasticitätsaxen, lässt sich durch Maxima von Hell und Dunkel nicht wohl bestimmen, weil man sich bei solchen Schätzungen selbst um viele Grade täuschen kann. Solche Bestimmungen lassen sich viel genauer mit dem Stauroskop ausführen, welches Fr. von Kobell* erfand und benannte. Das Charakteristische dieses Polarisationsinstrumentes besteht darin, dass zwischen Polarisator und Analysator eine senkrecht zur Hauptaxe geschliffene Calcitplatte eingefügt ist, so dass man also bei gekreuzten Schwingungsebenen nicht ein dunkles Gesichtsfeld, sondern die später zu erklärende Interferenzfigur des Calcits, ein dunkles rechtwinkliges Kreuz mit farbigen concentrischen Ringen hat. Die Einrichtung des Instru-

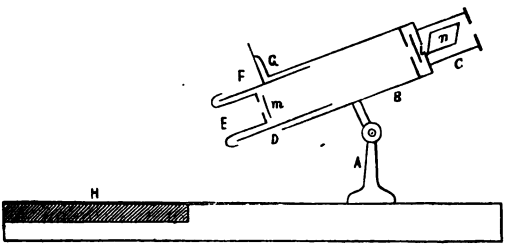


Fig. 33.

mentes ist im Wesentlichen folgende. Ein auf einem Brette befestigtes Metallstativ A trägt einen in einer vertikalen Ebene beweglichen Cylinder B, in welchem die Calcitplatte i eingefügt ist, über welcher in einem abschraubbaren und um die Axe des Instrumentes beweglichen Ocular sich das Nicol n befindet; derselbe Cylinder trägt den festen

* Pogg. Ann. XCV. 320. 1855.

Nonius G. In dem Cylinder B steckt ein zweiter um die Axe drehbarer Cylinder D mit dem in Grade eingetheilten Halbkreise F. In diesem wieder eingeschachtelt ist ein leicht ausziehbarer dritter Cylinder E, offen nach unten, nach oben mit einer Metallplatte geschlossen, über deren feiner Oeffnung das zu untersuchende Mineralblättchen m mit Wachs aufgekittet wird; ein Schieber von E greift so in D ein, dass bei einer Drehung von D auch E mitgedreht wird. In das Brett, worauf der ganze Apparat steht, ist der Spiegel H eingelassen, von welchem das durch Reflexion polarisirte Licht in den Apparat gelangt. Das Instrument muss so orientirt sein, dass bei Einstellung auf den Nullpunkt (durch Drehung von D) das von H kommende Licht ausgelöscht werde, also der optische Hauptschnitt des Nicols n senkrecht stehe auf der Schwingungsrichtung des durch H polarisirten Lichtes. Das ist der Fall, wenn die kurze Diagonale des Nicolquerschnitts aufrecht steht. Zur Beobachtung nimmt man den Objectträger E heraus; auf der Endplatte desselben sind Streifen eingezeichnet, welche bei Einstellung des Ganzen auf den Nullpunkt parallel den Durchmessern des Limbus von 90° zu 270° und von 0° zu 180° laufen. Das zu untersuchende Mineralblättchen oder Krystallfragment wird mit einer Kante parallel den Orientirungsstrichen aufgeklebt und der Cylinder E wieder eingeschoben. Um gute Beobachtungsresultate zu erhalten, müssen die Flächen des Fragments glatt und einander parallel sein. Liegen nun in dem Untersuchungsobject die Schwingungsebenen, also die Elasticitätsaxen, parallel den Schwingungsebenen von Analysator und Polarisator, so wird die Calcitinterferenzfigur in keinerlei Weise gestört sein; ist dieses aber nicht der Fall, so wird man E mit dem Untersuchungsobject vermittelst D um einen bestimmten, an F abzulesenden Winkel drehen müssen, damit das dunkle Kreuz wieder auftrete. Man nimmt nun den Krystallträger heraus, dreht das Untersuchungsobject um eine in seiner Ebene liegende Axe, klebt es mit derselben Kante parallel demselben Orientirungsstrich auf, schiebt das Ganze wieder ein und dreht wieder bis zur scharfen Herstellung des vertikalen dunklen Kreuzes. Liest man den Winkel wieder ab, so ist das Mittel aus beiden Ablesungen die Neigung der beobachteten Schwingungsrichtung zur orientirten Kante. Diese Art der Beobachtung giebt immerhin genauere Resultate, als eine einmalige Ablesung ohne Umlegen der untersuchten Platte, selbst wenn man die Controlbeobachtung mit der zweiten Elasticitätsaxe macht, deren Neigungswinkel zur orientirten Kante natürlich den ersten Winkel zu 90° Grad ergänzt. Wenngleich die Beobachtung der Calcitinterferenzfigur ganz bedeutend schärfer ist, als die Schätzung

eines im Maximum dunklen Gesichtsfeldes, so ist dennoch nicht zu verkennen, dass auch hier eine Drehung der untersuchten Platte von 2^0—3^0 kaum eine deutlich erkennbare Veränderung des dunklen Kreuzes hervorbringt. Recht unbequem ist beim KOBELL'schen Stauroskop das Aus- und Einziehen des Krystallträgers. Daher gab BREZINA* eine andere Construction des Stauroskopes an, bei welcher diese Unbequemlichkeit wegfällt. Eine wesentliche Verbesserung war es, dass derselbe später** die senkrecht zur Axe geschliffene Calcitplatte durch eine Combination von zwei nahe senkrecht zur Axe geschliffenen Calcitplatten ersetzte, deren Interferenzbild ganz besonders empfindlich ist. Dasselbe ist in Fig. 34 dargestellt; eine sehr kleine Abweichung der Elasticitätsaxe im untersuchten Object vom Parallelismus mit dem optischen Hauptschnitt des Analysator verschiebt den Mittelbalken, wie Fig. 35 zeigt. Verfährt man auch hier nach der Methode der

Fig. 34.

Fig. 35.

Umlegung und liest die kleinsten noch wahrnehmbaren Abweichungen des Mittelbalkens nach rechts und links ab, so kann man ein bis auf wenige Minuten genaues Resultat erzielen.

Die verschiedenen Krystallsysteme charakterisiren sich nun bei stauroskopischer Beobachtung in folgender Weise:

1) Ist das untersuchte Blättchen amorph oder regulär, so wird das Kreuz unverändert an seiner Stelle bleiben, möge die Lage des Blättchens sein, welche sie wolle.

2) Ist das Mineralfragment quadratisch oder hexagonal und die normirte Kante parallel oder senkrecht zur Hauptaxe, so ist das Kreuz unverändert beim Nullpunct; im zweiten Falle ändert auch eine Drehung des Krystallträgers nichts an der Interferenzfigur. Ist das

---

* Pogg. Ann. CXXVIII. 446. 1867.

** SCHRAUF. Lehrbuch der physikal. Mineralogie vol. II. 219. Wien 1868. — Eine Originalangabe BREZINA's hierüber ist mir nicht bekannt geworden.

Blättchen nicht in genannter Weise normirt, so muss man den Krystallträger um einen bestimmten Winkel drehen, damit die Interferenzfigur in der normalen Stellung scharf auftrete. Sobald dieses der Fall ist, hat man Parallelismus zwischen der Schwingungsebene des Polarisator und der Hauptaxe oder einer zu ihr senkrechten Richtung im Krystallblättchen, denn das ist die Lage der Elasticitätsaxen in optisch einaxigen Körpern. Demnach steht dann das Kreuz auf jeder Pyramidenfläche parallel der Höhenlinie oder rechtwinklig zu der Mittelkante, auf jeder Rhomboëderfläche parallel den Diagonalen.

3) Da im rhombischen System die drei Elasticitätsaxen mit den krystallographischen zusammenfallen, so erklärt es sich von selbst, dass bei Einstellung auf den Nullpunkt das Kreuz unverändert in seiner Lage bleiben muss, sobald irgend eine Kante der untersuchten Lamelle, die einer krystallographischen Axe parallel ist, nach den eingravirten Strichen normirt wurde. Hat die Kante nicht diese Lage, so muss man zum Wiederherstellen der Interferenzfigur um denjenigen Winkel drehen, den diese Kante mit einer Elasticitätsaxe macht.

4) Im klinorhombischen System fällt nur noch die Orthodiagonale mit einer Elasticitätsaxe zusammen. Also nur in dem Falle, wo eine zur Orthodiagonale parallele oder senkrechte Kante nach den Leitstrichen des Krystallträgers normirt wurde, ist die Interferenzfigur unverändert beim Nullpunkt da. Hat man nach irgend einer andern Richtung, sei es Hauptaxe oder Klinodiagonale, normirt, so muss zur Wiederherstellung des Kreuzes um einen Winkel gedreht werden, welcher dem Winkel der normirten Kante mit einer Elasticitätsaxe gleich ist, also die Neigung der krystallographischen Axe zur optischen Elasticitätsaxe angiebt.

5) Da im klinorhomboidischen Systeme keine krystallographische Axe mehr einer optischen Elasticitätsaxe entspricht, so wird stets wenn man das untersuchte Object nach einer Krystallaxe normirte, die Interferenzfigur gestört erscheinen und erst dann wieder auftreten, wenn durch Drehung eine Elasticitätsaxe parallel der Schwingungsebene des Polarisator gelegt wurde.

Es versteht sich ganz von selbst, dass jedesmal, wenn das Kreuz da ist, also eine Elasticitätsaxe parallel der Schwingungsebene des Polarisator liegt, eine andere gleichzeitig parallel dem optischen Hauptschnitt des Analysator ist. — Die besprochenen Erscheinungen bedürfen nach dem, was früher gesagt wurde, keiner weiteren Erklärung.

Man hat also im Stauroskop ein einfaches Instrument, um optisch zu bestimmen, welchem Krystallsystem eine Lamelle angehört, wenn man sie in drei zu einander senkrechten Richtungen beobachten kann.

Aber in der angegebenen Weise lässt es sich bei mikroskopischen Untersuchungen nicht verwerthen. Um nun die grossen Vortheile der stauroskopischen Untersuchungen für die Bestimmung des Krystallsystemes einer Substanz unter dem Mikroskope nicht zu entbehren, bediene ich mich folgender einfachen Methode. Auf das Ocular des Mikroskopes wird eine Krystallplatte gelegt, die eine scharfe Interferenzfigur giebt, Calcit senkrecht zur Axe geschnitten und nicht zu dünn, und darauf das Nicol gesetzt, während gleichzeitig unter dem Diaphragma ein Nicol angebracht ist. Auf dem Objecttische des Mikroskops wird eine, vermittelst einer runden Falze genau in das Diaphragma eingepasste und geläufig darin drehbare runde, dicke Metallscheibe aufgesetzt; dieselbe ist natürlich durchbohrt, hat einen abgeschrägten Rand mit einer Kreiseintheilung in Graden und auf dem fixen Objecttisch des Instrumentes ist von vorn nach hinten eine Linie als Index eingekratzt, so dass man eine Drehung des runden Metalltisches auf einen Grad genau ablesen kann. Das Beobachtungsobject wird vermittelst eines Fadenkreuzes im Oculare centrirt. Ist nun die kurze Diagonale des Polarisator möglichst genau von vorn nach hinten parallel dem Index auf dem Objecttisch eingestellt und eine Kante des zu untersuchenden Krystalldurchschnittes vermittelst des Fadenkreuzes möglichst genau in dieselbe Lage gebracht, so leistet diese primitive Vorrichtung ganz prächtige Dienste; jedenfalls wird man die Methode viel schärfer finden, als die Einstellung auf Dunkel und Hell und ein ungefähres Taxiren von Winkeln. Nimmt das untersuchte Object nicht das ganze Gesichtsfeld des Mikroskopes ein, so sperrt man das von andern Theilen des Schliffes herkommende Licht bequem durch aufgelegte Stanniolblättchen ab. In den meisten Fällen werden sich im Schliff Durchschnitte des zu untersuchenden Minerals nach drei Richtungen finden, so dass man alle drei nöthigen stauroskopischen Beobachtungen machen kann.

d) Interferenzfiguren in Krystallplatten.

Etwas dickere Platten von doppelt brechenden Medien, welche bei den optisch einaxigen senkrecht zur Axe, bei den optisch zweiaxigen senkrecht zu einer der Axen oder zur Bissectrix geschnitten sind, lassen bei der Beobachtung zwischen Turmalinplatten oder in irgend einem andern Polarisationsinstrument, zumal bei gekreuzten Schwingungsebenen von Polarisator und Analysator eigenthümliche Interferenzfiguren erkennen.

Ganz vorzüglich eignet sich zu den Beobachtungen solcher Erscheinungen besonders wegen seines grossen Gesichtsfeldes der verbesserte

Nörremberg'sche Polarisationsapparat, welchen Herr Steeg, Optiker in Homburg, in bester Ausführung liefert. Als Polarisator dient dabei eine Spiegelcombination S P (Fig. 36), von welcher die parallelen polarisirten Strahlen in eine Linse A fallen, aus welcher sie stark convergirend austreten. Nachdem sie das auf A gelegte Untersuchungsobject so durchlaufen haben und nun divergent austreten, werden sie durch ein in B befindliches Linsensystem wieder schwächer convergirend gemacht und gelangen durch den bei C befindlichen als Analysator dienenden Nicol in das Auge. Analysator und beide Linsensysteme sind an dem Stativ verschiebbar.

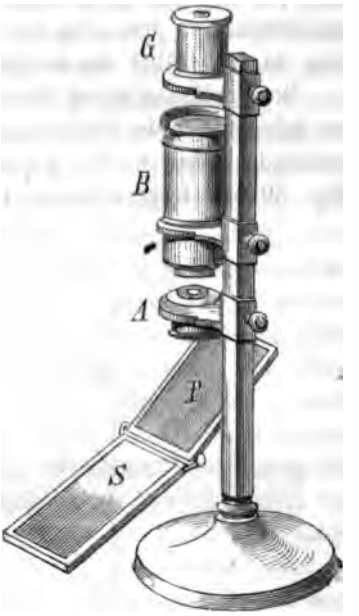


Fig. 36.

Bei dem von DesCloizeaux * beschriebenen Polarisationsinstrument, welches zugleich zur Messung von optischen Achsenwinkeln eingerichtet ist, besteht der Polarisator aus einem Satze Glasplatten. P. Groth ** wendet ein Nicol zu diesem Zwecke an. Das von ihm zusammengesetzte und a. a. O. beschriebene Instrument ist in einer höchst mannigfachen Weise verwendbar und combinirt sehr zweckmässig Polariskop, Stauroskop, Apparat zum Messen der Winkel der optischen Axen in Luft und Oel, zum Messen der Brechungsexponenten und Goniometer zum Messen von Krystallwinkeln und bietet viel grössere Genauigkeit dar, als andere Instrumente.

Betrachtet man eine senkrecht zur Axe geschnittene Platte eines optisch einaxigen Minerals im convergirenden polarisirten Lichte bei Einstellung des Apparates auf Dunkel, so sieht man eine Interferenzfigur bestehend aus concentrischen verschiedenfarbigen Ringen, welche von einem rechtwinkligen dunklen Kreuze in 4 gleiche Quadranten zerlegt wird (Fig. 37). Braucht man statt des weissen Lichtes homogen farbiges,

Fig. 37.

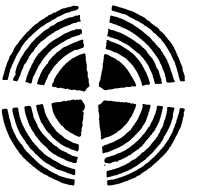


Fig. 38.

* Mém. sur l'emploi du microscope polarisant etc. Ann. des Mines. t. VI. 1864. Pogg. Ann. CXXVI. 1865.

** Pogg. Ann. CXLIV. 34. 1871.

etwa von einer Natronflamme oder indem man durch farbige Gläser betrachtet, so treten statt der verschiedenfarbigen Ringe abwechselnd helle und dunkle Ringe auf. Stellt man die Schwingungsebenen von Polarisator und Analysator parallel (Fig. 38), so verwandelt sich das dunkle Kreuz in ein helles, die Farben der Ringe schlagen in die complementären um oder in homogenem Lichte liegt nun ein heller Ring da, wo früher ein dunkler war und umgekehrt.

Die Erklärung dieser Interferenzfigur ergiebt sich leicht nach dem, was gelegentlich der Farbenerscheinungen in dünnen Blättchen doppeltbrechender Medien bei polarisirtem Lichte gesagt wurde. Sei A (Fig. 39) die Krystallplatte, Q das beobachtende Auge, also Qpq das Loth auf die Platte und zugleich die optische Axe, dann werden natürlich Strahlen der Richtung qpQ keine Doppelbrechung erleiden, das Gesichtsfeld bleibt also an dieser Stelle dunkel. Anders aber verhält es sich für alle Strahlen, die irgend welchen Winkel mit der optischen Axe machen. Ein Strahl Qn würde durch Doppelbrechung in einen extraordinären ne und einen ordinären no zerlegt werden, die in der Richtung el und om die Platte verlassen würden. Ebenso muss ein Lichtstrahl, der in der Richtung le auf die Platte fällt, doppelt gebrochen werden und zwar so, dass er einen extraordinären Strahl en nach n und von da nach Q sendet; ein Strahl mo dagegen würde einen ordinären Strahl on nach Q gelangen lassen, während der extraordinäre an einem andern Punkte der Plattenoberfläche, als n, austreten müsste. Ganz dasselbe gilt für die als n_1Q nach Q gelangenden Strahlen. Kurz von jedem Punkte der Platte ausser p gelangen zwei senkrecht zu einander schwingende Strahlen auf demselben Wege in das Auge, nachdem sie den Analysator durchliefen. Da sie, weil nach verschiedenen Elasticitätsrichtungen schwingend, mit verschiedener Geschwindigkeit die Platte durchliefen, so befinden sie sich in verschiedenen Oscillationsphasen, können aber nicht zur Interferenz gelangen, weil senkrechte kleinste Bewegungen überhaupt nicht interferiren. Aber genau so, wie oben bei den Polarisationsfarben dünner anisophaner Blättchen gezeigt wurde, müssen sie auch hier nach der Reduction auf die Schwingungsebene des Analysator zur Interferenz gelangen

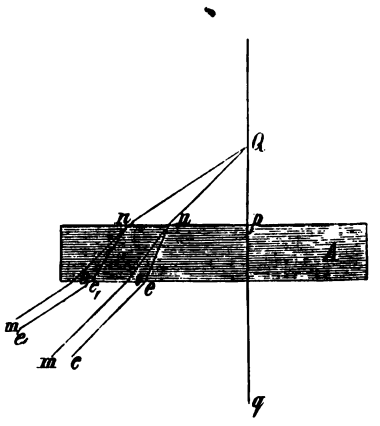


Fig. 39.

und bei Anwendung von homogenem Lichte würde der Punkt n dunkel erscheinen, wenn der eine Strahl dem andern um eine ganze Anzahl Wellenlängen vorausgeeilt wäre, hell dagegen, wenn ihr Gangunterschied eine ungleiche Zahl halber Wellenlängen betrüge. Setzen wir den ersten Fall, n erscheine dunkel, dann muss dasselbe für alle Punkte gelten, die gleich weit von p abstehen, wie n. Diese Punkte liegen auf einer Kreisperipherie, daher der dunkle Ring. In geringer Entfernung von n treten bei n_1 ebenfalls zwei Strahlen aus, die wegen senkrechter Schwingungen erst im Analysator zur Interferenz gelangen. Ihr Gangunterschied muss grösser sein, als jener der bei n austretenden Strahlen, denn sie durchlaufen in der Platte einen längeren Weg. Ist der Gangunterschied der bei n austretenden Strahlen gleich einer Wellenlänge, so sei er für die bei n_1 austretenden $= \frac{3}{2}$ Wellenlängen; n_1 erscheint hell, aber ebenso alle von p mit n_1 aequidistanten Punkte; also ein heller Kreis. In derselben Weise weiter schliessend, sieht man, dass im homogenen Lichte eine Reihenfolge dunkler und heller Ringe auftreten muss. Beobachtet man aber nicht im homogenen, sondern im weissen Lichte, so wird an keiner Stelle für die austretenden Strahlen aller Farben ein Maximum oder Minimum von Lichtstärke da sein, sondern für einige ein volles oder annäherndes Maximum, für andere ein volles oder annäherndes Minimum. Es kann also keine circulare Reihenfolge aequidistanter Punkte hell oder dunkel, sondern jede muss gefärbt erscheinen und zwar in der Mischfarbe, welche den Farben der im Maximum von Lichtstärke vorhandenen farbigen Strahlen entspricht. Daher die Reihenfolge verschiedenfarbiger Ringe. — Bei der Besprechung der Interferenzfarben in doppelt brechenden Blättchen wurde gezeigt, dass bei einer Drehung des Blättchens in seiner Ebene die Farbe der Art nach constant war, aber der Intensität nach wechselte und $= 0$ wurde, wenn eine Schwingungsebene der Lamelle mit der des Polarisator oder Analysator coincidirte. Seien in Fig. 40 ab und cd die Schwingungsebenen im Polarisator und Analysator, n und n_1 die Austrittspunkte zweier Strahlenpaare, so sind, wenn p die zum Punkt verkürzte optische Axe ist, np und n_1p die optischen Hauptschnitte für die bei n und n_1 austretenden Strahlen. In diesen vollziehen sich die Schwingungen der extraordinären, senkrecht dazu die Schwingungen der ordinären in den genannten Punkten austretenden Strahlen. Demnach muss die Färbung bei n und n_1 ein Maximum von Intensität haben, wenn die Richtungen np

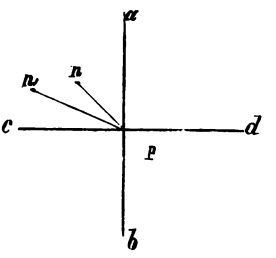


Fig. 40.

und $n_1 p$ um 45^0 gegen ab und cd geneigt sind; dagegen muss ein Minimum von Intensität, also Dunkelheit für diejenigen Punkte eintreten, für welche die Schwingungsebenen der austretenden Strahlen mit ab und cd zusammenfallen, also für alle auf diesen Linien liegende Punkte. Das ist der Grund für das dunkle Kreuz. Da bei einer Drehung der Platte diese Richtungen sich nicht ändern und in der Platte selbst nach allen Richtungen senkrecht zur optischen Axe dieselbe Elasticität existirt, so bleibt die Interferenzfigur durchaus unverändert, wie man auch die Platte in ihrer Ebene drehen möge.

Es ist also die Entstehung dieser Interferenzerscheinung durchaus analog der, welche bei der Besprechung der Polarisationsfarben in dünnen anisophanen Blättchen erklärt wurde. So ergiebt es sich denn auch von selbst, dass bei Einstellung des Polarisationsinstrumentes auf hell die Krystallplatte statt eines dunklen Kreuzes ein helles zeigen und dass bei dieser Stellung an jedem vorher irgendwie gefärbten Punkte nun gerade die complementäre Farbe auftreten muss. Weitere Modificationen erleidet selbstverständlich die Interferenzfigur, wenn Polarisator und Analysator weder parallel noch gekreuzt, sondern unter irgend welchem Winkel geneigt sind.

Der Durchmesser der Ringe hängt bei gleich dicken Platten verschiedener Substanzen natürlich von der Stärke der Doppelbrechung in ihnen ab, so dass die Ringe desto enger werden, je grösser die Differenz $\omega - \varepsilon$ ist. Für verschieden dicke Platten derselben Substanz ist der Durchmesser der Ringe der Quadratwurzel aus der Dicke der Platte umgekehrt proportional. Da also bei zunehmender Dünne die Ringe immer weiter werden, so wird man immer weniger im Gesichtsfelde haben und bei einem gewissen Punkte nur noch den centralen Theil der Interferenzfigur sehen. Und dieser centrale Theil der Interferenzfiguren ist es in Wirklichkeit allein, der als Polarisationserscheinung dünner Blättchen von doppeltbrechenden Mineralien besprochen wurde.

Untersucht man in derselben Weise eine optisch zweiaxige Krystallplatte, die senkrecht zu einer optischen Axe geschnitten ist, so bemerkt man ebenfalls ein mehr oder weniger rundes bis schwach elliptisches farbiges Ringsystem, welches aber nicht von einem dunklen Kreuz, sondern von einer dunklen Barre durchschnitten wird, die sich bei einer Drehung der Platte zwischen den gekreuzten Schwingungsebenen des Polarisationsapparates dreht, aber im entgegengesetzten Sinne (siehe Figur 41).

Schleift man dagegen eine optisch zweiaxige Krystallplatte senkrecht zur Bissectrix und bilden die optischen Axen keinen zu grossen

Winkel (bis zu 20°), so übersieht man schon in der Turmalinzange ein eigenthümlich gedoppeltes System isochromatischer Curven. Bei etwas grösserem Winkel der optischen Axen geling t es wohl, mit der Turmalinzange durch geeignetes Hin- und Herwenden derselben die beiden Systeme nach einander zu Gesicht zu bekommen. In allen Fällen ist natürlich die Beobachtung in einem NÖRREMBERG'schen Apparat besser und zumal bei etwas grösserem Axenwinkel ist dieses Instrument völlig unentbehrlich.

Fig. 41.

Sind die Schwingungsebenen von Polarisator und Analysator gekreuzt und fällt die Ebene der optischen Axen mit einer dieser Schwingungsebenen zusammen, so sieht man zwei innere, jedes um ein Centrum geschlossene, Curvensysteme und um diese, beide Centren gemeinschaftlich umfassend, ein weiteres Curvensystem. Die Curven gehören sämmtlich zur Classe der Lemniscaten, d. h. Curven, bei denen das Product der Leitstrahlen für jede Curve ein verschiedenes, aber für ein und dieselbe Curve constantes Produkt ist. Das Zerfallen der Curve in 2 gesonderte geschlossene Theile ist nur ein besonderer Fall der Curvengleichung. Die Anzahl der geschlossenen Ringe, welche man um jeden Pol sieht, hängt ab von der Dicke der Platten; haben diese einen bestimmten Grad von Dünne erreicht, so fehlen die gesonderten Curventheile ganz. Die isochromatischen Curven sind bei der angegebenen Einstellung von zwei senkrecht sich kreuzenden dunklen Büscheln durchschnitten. Die ganze Erscheinung beruht darauf, dass man gleichzeitig die Bilder beider optischen Axen übersieht, deren Richtung genau die ist, in welcher die von den Curvencentren ins Auge kommenden Strahlen die Platte durchlaufen haben. Je grösser also der Abstand der beiden Curvenpole ist, desto grösser ist der Winkel der optischen Axen (AB), ein Umstand, den man zu ungefährer Berechnung des Winkels AB benutzen kann, wie später gezeigt werden wird. Die Verbindungslinie der Curvencentren ist die Projection der Ebene der optischen Axen und der in dieser Richtung verlaufende dunkle Büschel ist ziemlich scharf, während der zweite, senkrecht dazu stehende, breit und verwaschen ist. — Dreht man die Krystallplatte zwischen den gekreuzten Schwingungsebenen von Polarisator und Analysator, so lösen sich die senkrecht gekreuzten Büschel in Hyperbeln auf, deren einander zugekehrte Pole die grösste Entfernung haben, wenn die Ebene der optischen Axen in der Platte um 45° gegen die Schwingungsebenen von Polarisator und Analysator

geneigt ist. Die Pole der Hyperbeln liegen in den Centren der Lemniscaten, deren Gestalt bei einer Drehung der Platte sich nicht ändert.

Die Farbenerscheinungen sind nun aber verschieden je nach Art und Grösse der Dispersion der optischen Axen.

Da im rhombischen System die Axen für alle Farben in der gleichen Ebene liegen und die gleiche Bissectrix haben, so ist Alles nach links und rechts von dieser Linie, welche normal auf der Mitte der Verbindungslinie der Centren der isochromatischen Curven steht, symmetrisch. Die Farben sind absolut gleichmässig auf beiden Seiten vertheilt. Die inneren geschlossenen Curven haben entweder beide nach innen blau und aussen roth, oder umgekehrt beide nach innen roth und nach aussen blau. Im ersten Falle ist der Winkel der optischen Axen für blau kleiner als der für roth ($v<\varrho$), im zweiten Falle ist umgekehrt $\varrho<v$; das erste ist z. B. beim Cerussit, das zweite beim Salpeter der Fall. — Stellt man die Ebene der optischen Axen 45° zur Schwingungsebene des Polarisator, so sind die Hyperbeln beiderseits in ganz symmetrischer Weise von denselben Farben umsäumt, und man kann auch bei dieser Lage des Präparats sofort sehen, ob der Winkel der optischen Axen für roth oder für blau grösser ist. Da aber die Farben in den Umsäumungen der Hyperbeln in umgekehrter Reihenfolge liegen, als in den Polen der Centralringe, so muss man sich merken, dass $\varrho<v$, wenn die äussere oder concave Seite der Hyperbeln roth, ihre innere oder convexe Seite blau ist und ebenso im umgekehrten Falle $v<\varrho$. Figur 42 und 43

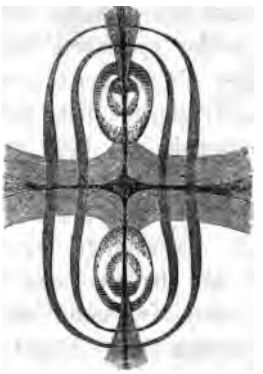


Fig. 42.

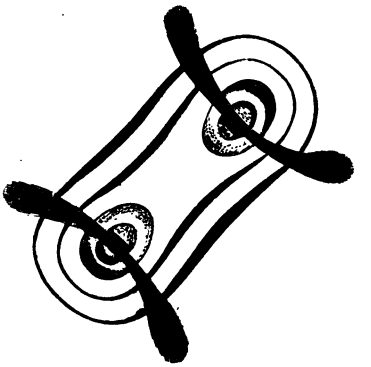


Fig. 43.

geben die Schemata einer rhombischen Interferenzfigur; die rothe Farbe ist durch punktirte, die blaue durch gestrichelte Schraffirung angedeutet.

Wenn im klinorhombischen Systeme die Ebene der optischen Axen der Symmetrie-Ebene ($\infty P\breve{\infty}$ parallel ist, so liegen die optischen Axen für alle Farben in derselben Ebene, aber nicht mehr symmetrisch zur Bissectrix, sondern sie bilden mit derselben nach beiden Seiten verschiedene Winkel oder richtiger, die Bissectrix ist für jede Farbe eigentlich eine andere. Die Axenbilder sind daher verschoben gegen einander, wie Figur 44 zeigt. Diese Verschiebung gibt sich in der Interferenzfigur in verschiedener Weise zu erkennen. Wenn die Dispersion der Bissectrix nicht gross ist, so liegen die Farben in Bezug auf die rechtwinkligen dunklen Büschel und die Hyperbeln der Reihenfolge nach noch symmetrisch, haben aber beiderseits verschiedene Intensität, und die centralen Ringe sind einerseits mehr, andererseits weniger elliptisch (cf. Fig. 45 und 46

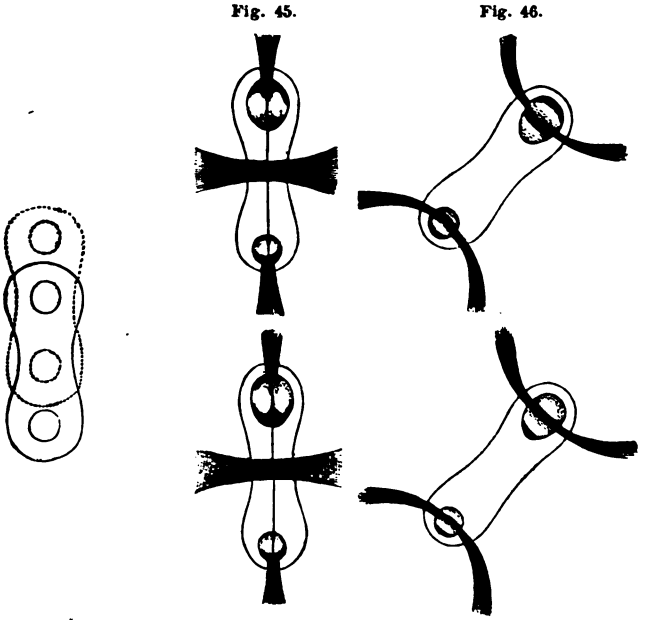


Fig. 44. Fig. 45. Fig. 46. Fig. 47. Fig. 48.

am Gyps). Bei grösserer Dispersion, wie z. B. beim Diopsid, sind die centralen Ringe an analogen Stellen und die Hyperbeln auf der gleichen Seite mit entgegengesetzter Färbung versehen, also roth innen, blau aussen einerseits, blau innen, roth aussen andrerseits, wie das Figur 47 und 48 zeigen. In andern Fällen treten beide Phänomene combinirt auf. Diese Art der Axenzerstreuung nennt DESCLOIZEAUX, wie schon gesagt, dispersion inclinée.

Ist die Ebene der optischen Axen normalsymmetrisch,

liegt sie also senkrecht zu $\infty P\breve{\infty}$, so muss, wie oben gesagt wurde, zwischen den beiden Fällen unterschieden werden, wo die Bissectrix senkrecht oder parallel zur Orthodiagonale liegt. Ist das erste der Fall, liegt also die Bissectrix in der Symmetrie-Ebene und die optische Normale coincidirt mit der Orthodiagonale, so bilden die Ebenen der optischen Axen für verschiedene Farben verschiedene Winkel mit der Hauptaxe, und die beiden Axenbilder für ρ und v erleiden eine Verschiebung wie Fig. 49 zeigt (dispersion horizontale DesCl.). Die Interferenzfigur (Orthoklas) hat dann die Vertheilung

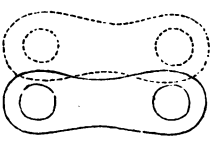


Fig. 49.

Fig. 50.

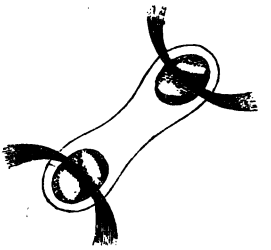


Fig. 51.

von roth und blau, welche Fig. 50 und 51 für Parallelstellung und Stellung von 45° erkennen lässt.

Im andern Falle, wenn die Ebene der optischen Axen normalsymmetrisch und die Orthodiagonale Bissectrix ist, während die optische Normale in der Symmetrieebene liegt, zeigen die Axenbilder von ρ und v die Verschiebung wie in Fig. 52. Diese dispersion tournante oder croisée, DesCl. zeigt der Borax und Heulandit unter andern sehr schön. Die Farben sind dann in der Interferenzfigur in Beziehung auf die senkrecht gekreuzten Büschel und die Hyperbeln so geordnet, wie Figur 53 und 54 andeuten.

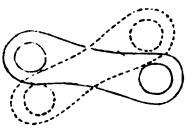


Fig. 52.

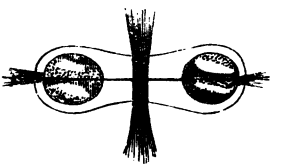


Fig. 53.

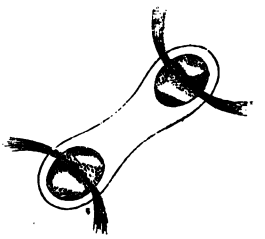


Fig. 54.

Die Krystalle des triklinen Systems zeigen bei senkrechtem Schliff zur Bissectrix Interferenzfiguren, deren Habitus durch eine Combination von mehreren der besprochenen Dispersionsarten bedingt zu sein pflegt.

Selbstverständlich ist es wohl, dass auch in den optisch zweiaxigen Krystallplatten bei Hellstellung des Polarisationsapparates die analogen Veränderungen vorgehen, wie sie bei den optisch einaxigen erwähnt wurden.

Die Untersuchung der optischen Interferenzfiguren ist für die mikroskopische Bestimmung der Mineralien ein höchst werthvolles Hülfsmittel. Hat man dieselben an einem Krystalldurchschnitt beobachtet, so ist es oft nothwendig, daran den Charakter der Doppelbrechung zu bestimmen, zu entscheiden, ob die untersuchte Substanz optisch positiv oder optisch negativ ist. Es sind von verschiedenen Physikern verschiedene Methoden vorgeschlagen worden, wie diese Bestimmung auszuführen sei. Hier sollen nur diejenigen erwähnt werden, welche bei mikroskopischen Mineralstudien am besten zu verwerthen sind. — Die eine wurde von Dove angegeben und beruht darauf, die Interferenzcurven im circularpolarisirten Licht zu beobachten. Das circularpolarisirte Licht erhält man durch ein sogenanntes Viertelundulationsglimmerblättchen, d. h. ein solches, worin der eine Strahl dem andern um ein ungerades Multiplum von $^1/_4$ Wellenlänge für gelbes Licht vorausgeeilt ist. Legt man nun ein solches Glimmerblättchen auf eine optisch einaxige, senkrecht zur Axe geschnittene Platte zwischen den gekreuzten Schwingungsebenen von Polarisator und Analysator so, dass die auf der Fassung des Glimmerblättchens durch einen Strich angegebene Ebene seiner optischen Axen unter 45° zu den Schwingungsebenen der Nicols geneigt ist, dann verschwindet das dunkle Kreuz. Es bleiben nur zwei halbdunkle Flecken davon übrig, und zugleich sind die isochromatischen Curven in den Quadranten, worin diese Flecken liegen, vom Centrum weggerückt, in den zwei andern Quadranten dagegen genähert. Steht die Verbindungslinie der halbdunklen Flecken senkrecht auf der optischen Axenebene des Glimmers (+), so ist die untersuchte Krystallplatte positiv; liegt diese Verbindungslinie in der Ebene der Glimmeraxen (—), so ist sie optisch negativ (siehe Fig. 55 und 56). Diese Erscheinung bietet für die optisch einaxigen Substanzen weitaus das beste Mittel zur Erkennung ihres optischen Charakters.

Bei optisch zweiaxigen, senkrecht zur Mittellinie geschliffenen Platten finden analoge Störungen in der Lage der isochromatischen Curven statt, wenn man das Viertelundulationsglimmerblättchen so auflegt, dass seine Axenebene 45° mit denen der Nicols macht, während die Axenebene der untersuchten Krystallplatte in einer Parallelstellung mit der Schwingungsebene eines Nicol ist. Das schwarze Kreuz hat sich aufgelöst, die dunklen Punkte liegen mit einer Seite

in den Axenpunkten, mit der andern der Axenebene des Glimmers zugewendet, wenn die Platte negativ, abgewendet, wenn sie positiv

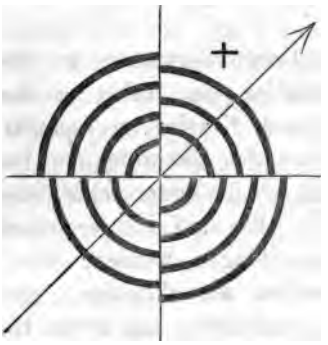


Fig. 55.

Fig. 56.

ist. Damit die Erscheinung recht deutlich sei, müssen die Interferenzcurven einigermassen breit sein.

Da der Durchmesser der Ringe in einer optisch einaxigen Platte kleiner wird mit zunehmender Dicke der Platte, also zugleich die Anzahl der Ringe grösser, so kann man den Charakter der Doppelbrechung in einer optisch einaxigen Platte auch dadurch bestimmen, dass man sie mit einer solchen von bekanntem Charakter combinirt. Hat dann die zu untersuchende Platte denselben optischen Charakter, so wirkt die Combination wie eine einzige dickere Platte: die Ringe verengen sich und ihre Zahl hat sich vermehrt. Wenn umgekehrt der Charakter der Platten entgegengesetzt ist, so hat die Combination den Effect, wie eine Verdünnung der bekannten Platte, die Ringe müssen sich also erweitern und ihre Zahl abnehmen.

Für optisch zweiaxige Krystalle ist in denjenigen Fällen, wo die Dove'sche Methode keine so deutlichen Resultate gibt, das Verfahren mit der Quarzcompensationsplatte vorzüglich anwendbar, welches Biot angab. Schiebt man, während die Axenebene der untersuchten Platte 45° mit den Schwingungsebenen der Nicols macht, also die Hyperbeln auftreten, eine Quarzplatte, deren eine Fläche parallel der optischen Axe, die andere etwa 5° zu ihr geneigt ist, zwischen die Platte und den Analysator langsam ein und zwar so, dass ihre Hauptaxe einmal senkrecht, ein andres Mal parallel der Axenebene der untersuchten Platte (also einmal senkrecht zur Verbindungslinie der Hyperbelpole, nachher im Sinne dieser Linie) gerichtet ist, so wird man in einem dieser Fälle finden, dass die centralen Ringe von der Peripherie des Gesichtsfeldes her nach dem Centrum

wandern, also sich erweitern, während zugleich die äusseren Lemniscaten sich vom Centrum nach der Peripherie fortbewegen. Die Quarzplatte wirkt also in derselben Weise, wie eine Verminderung der Dicke der Platte. Trat diese Erscheinung ein, während die Hauptaxe der Platte parallel zur optischen Ebene, also im Sinne der optischen Normale (Halbirungslinie des stumpfen Axenwinkels) sich bewegte, so muss diese das entgegengesetzte Zeichen haben, wie der Quarz, also negativ sein, während die Bissectrix positiv sein muss, wie der Quarz selbst. Musste man die Krystallplatte dagegen senkrecht zur Ebene der optischen Axen einführen, so ist das Verhältniss umgekehrt. Der Grund dieser Erscheinung ist folgender: Der Quarz ist positiv, also pflanzen sich die senkrecht zu seiner Axe schwingenden Strahlen rascher fort, als die parallel derselben schwingenden. Die Wellenlänge der ordentlichen Strahlen muss also grösser sein, als die der ausserordentlichen, und beim Austritt muss der ordentliche Strahl gegen den ausserordentlichen in seiner Schwingungsphase zurück geblieben sein. Und zwar muss er in seiner Phase um so mehr zurück sein, je dicker die Platte ist. Ist nun die Quarzaxe parallel der Axenebene der untersuchten Platte, also parallel der optischen Normale eingeschoben, so wird der parallel derselben schwingende Strahl in seiner Phase verzögert, während der senkrecht dazu, parallel der optischen Queraxe b schwingende beschleunigt wird. Zur Veranschaulichung diene Fig. 57. Ist also die erste Richtung die grössere,

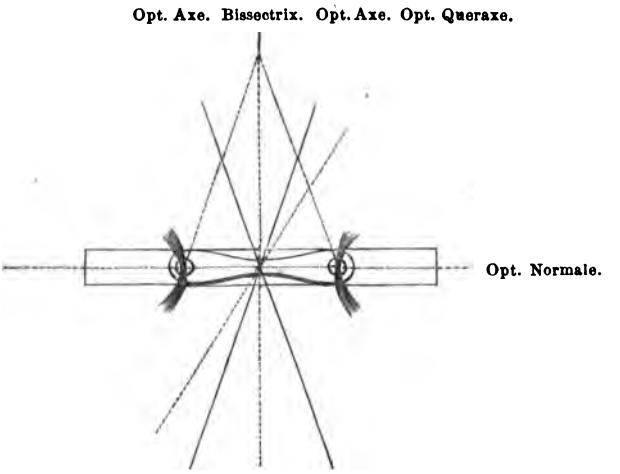


Fig. 57.

die zweite die kleinere Elasticitätsaxe, so wird der Gangunterschied der beiden Strahlen vermindert; es wäre, als hätte man eine dünnere

Platte; die centralen Ringe erweitern sich. Da die optische Queraxe stets die mittlere Elasticitätsaxe ist, so ist in diesem Falle c die Bissectrix, a die optische Normale, also die Platte positiv. — Muss man umgekehrt die Axe der Quarzplatte senkrecht zur Axenebene der untersuchten Platte einführen, damit die centralen Ringe sich erweitern, so muss offenbar die Elasticität in der Richtung der optischen Queraxe grösser gewesen sein, als in der Richtung der optischen Normale. Diese ist also dann die Richtung der kleinsten Elasticität, die Bissectrix die Richtung der grössten, demnach die untersuchte Platte negativ.

Man sieht sofort, dass man auf diese Weise die relative Grösse der Elasticitätsaxen in irgend einer Ebene bestimmen kann, selbst wenn vor Einführung der Quarzcompensationsplatte keine Interferenzfigur zu sehen war, sobald nur die Quarzplatte dick genug ist, damit eine solche nach Einführung derselben auftrete.

Hat man keine keilförmig geschliffene Quarzplatte, sondern eine planparallele, so kann man denselben Effect erzielen, wenn man dieselbe zwischen den Analysator und das obere Linsensystem einschiebt, die man vermittelst der Schrauben weit genug von einander entfernt hat, und nun die Axe der Quarzplatte einmal in die Richtung des einen, dann in die Richtung des andern Hauptschnitts der zu untersuchenden Platte bringt, wobei man die erstere aus der Horizontalstellung um die Axe neigt, was ja einer Vermehrung ihrer Dicke entspricht. Auch so tritt eine Erweiterung der Ringe ein, wenn die Quarzaxe und die Axe der grösseren Elasticität in der untersuchten Platte gleiche Richtung haben.

Bisweilen treten isochromatische Curven in Krystallen auch ohne Anwendung eines Polarisationsinstrumentes auf. Man nennt sie in diesem Falle epoptische Figuren und die Krystalle heissen idiocyclophane. Die Erscheinung wurde zuerst von ERMANN* beobachtet; J. MÜLLER** erklärte sie als eine Folge der Zwillingsbildung, wodurch eine Krystalllamelle zwischen zwei andern in ähnlicher Weise liegt, wie eine senkrecht zur optischen Axe oder zur Bissectrix geschnittene Platte zwischen Turmalinen, und bildete die Erscheinung künstlich durch Combination von Calcitspaltungsstücken nach. Aragonit und Epidot lassen sie am häufigsten beobachten.

e) Circularpolarisation.

Schneidet man aus einem Bergkrystall eine Platte parallel der optischen Axe, so unterscheidet sich dieselbe in keinerlei Weise optisch

* Pogg. Ann. XXVI. 302. 1832.
** Pogg. Ann. XLI. 110. 1837.

von einer solchen aus irgend einem andern einaxigen positiven Krystall. Betrachtet man aber eine senkrecht zur Axe geschnittene Platte desselben Minerals in einem Polarisationsapparat bei Einstellung auf Dunkel, so findet man die Interferenzfigur derselben abweichend von der anderer einaxiger Platten. Die Arme des dunklen Kreuzes berühren sich nicht in der Mitte des Gesichtsfeldes*, sondern dasselbe ist gefärbt und diese Färbung ändert sich bei einer Drehung des Analysator. Die Farben folgen in der natürlichen Reihe der Spectralfarben und zwar muss man bei einigen Platten den Analysator von links nach rechts drehen, wie den Zeiger einer Uhr, bei anderen im entgegengesetzten Sinne. Die Erscheinung wurde von ARAGO entdeckt, später von DESCLOIZEAUX auch am Zinnober und manchen künstlichen Krystallen nachgewiesen. Die Verhältnisse werden einfacher, wenn man nicht im weissen, sondern in homogenfarbigem Lichte beobachtet, indem man gefärbte Gläser zwischen Auge und Apparat bringt. Man findet dann, dass bei Anwendung rothen Lichtes nicht bei Kreuzstellung der Nicols Dunkel eintritt, sondern erst, wenn man um einen gewissen Winkel den Analysator aus der Kreuzstellung gedreht hat; der Winkel wechselt mit der Dicke der Platte. Bei Anwendung andern als rothen Lichtes muss man um andere Winkel drehen, um Dunkel zu bekommen. Demnach rührt die Erscheinung offenbar davon her, dass der Quarz die Schwingungsebene des polarisirten Lichtes dreht und zwar für Strahlen von verschiedener Wellenlänge um verschieden grosse Winkel. Die Grösse dieser Winkel steht im direkten Verhältniss zu der Dicke der Platte, wie schon BIOT fand. Für Platten von einem Millimeter Dicke ergaben sich nach Untersuchungen von GRAILICH** für die den FRAUENHOFER'schen Linien entsprechenden Lichtstrahlen folgende Werthe für die Drehung der Schwingungsebene;

B	C	D	E	F	G
15°,30	17°,24	21°,67	27°,46	32°,50	42°,20.

Wendet man nicht homogenes, sondern weisses Licht an, so ist die Farbe des centralen Theiles des Gesichtsfeldes in der Platte natürlich nicht eine reine Spectralfarbe, sondern wird durch die Farbe der Lichtstrahlen bedingt, deren Helligkeit für die bestimmte Stellung des Analysators zum Polarisator ein volles oder annäherndes Maximum ist. Je mehr Maxima zusammenfallen, desto mehr nähert sich die

* Nur bei sehr dünnen Platten wird das Kreuz aus gleich zu erwähnenden Gründen vollständig.

** Lehrbuch der Krystallographie von MILLER; bearbeitet von J. GRAILICH. Wien 1856, p. 301.

Farbe dem Weiss; umgekehrt je mehr Minima für eine bestimmte Stellung da sind, desto mehr nähert sich die Färbung einem allgemeinen Dunkel. Weil nun die Grösse des Drehungswinkels für eine bestimmte Farbe genau proportional der Dicke der Platte ist, so begreift es sich, dass für eine sehr dünne oder sehr dicke Platte die genannte Erscheinung kaum noch wahrzunehmen ist. Da beispielsweise die Durchschnittsdicke eines Dünnschliffes etwa $0{,}1^{mm}$ sein mag, so liegen für einen solchen die Maxima für alle Farben zwischen $1{,}^{0}2$ und $4{,}^{0}2$, die Minima für alle Farben zwischen $91{,}^{0}2$ und $94{,}^{0}2$. Stände also der Analysator um etwa 2^{0} gegen den Polarisator geneigt, so wäre ein Maximum von allgemeiner Helle da, bei 92^{0} ein Minimum und man sieht, dass diese Erscheinung für die gewöhnlichen Beobachtungsmethoden nicht mehr von der zu unterscheiden wäre, die jeder andere optisch einaxige Körper unter gleichen Verhältnissen geben müsste.

Die Drehung der Schwingungsebene der polarisirten Strahlen, welche den Quarz im Sinne seiner Hauptaxe durchlaufen, rührt davon her, dass in diesem Mineral selbst nach dieser Richtung hin eine Doppelbrechung stattfindet, welche auch experimentell nachzuweisen ist. Aber die beiden hierdurch entstandenen Strahlen pflanzen sich nicht durch geradlinige Oscillationen der Aethertheilchen um ihre Gleichgewichtslage fort, sondern mit verschiedener Geschwindigkeit durch kreisförmige Oscillationen, die gleiche Intensität und Umlaufszeit, aber entgegengesetzte Richtung haben. Man nennt solche durch circulare Schwingungen sich fortpflanzende Strahlen circularpolarisirt und daher die ganze Erscheinung am Quarze auch Circularpolarisation. Steht ein Aethermolekül unter dem gleichzeitigen Einfluss zweier entgegengesetzt circularpolarisirter Strahlen, so wird es in einer geraden Linie oscilliren, deren Richtung von dem Gangunterschiede der beiden circularpolarisirten Strahlen abhängt. Es muss also ein geradlinig schwingender, polarisirter Lichtstrahl aus seiner Schwingungsebene herausgedrängt werden, wenn zwei entgegengesetzt circularpolarisirte Strahlen auf ihn einwirken und zwar um so mehr, je grösser ihr Phasenunterschied ist, also je dicker die Quarzplatte. Pflanzt sich der links rotirende Strahl mit grösserer Geschwindigkeit fort, so muss die Schwingungsebene des linearpolarisirten Strahls nach links gedreht werden, im umgekehrten Falle nach rechts. Da die Circularpolarisation des Quarzes nur diejenigen Strahlen trifft, welche ihn parallel seiner Axe durchlaufen, nicht solche, welche einen Winkel mit ihr bilden, so erklärt es sich, dass die isochromatischen Curven und die peripherischen Theile des dunklen Kreuzes keine Anomalien zeigen, sondern nur der centrale Theil der Figur.

Bekannt ist es, dass sich die Circularpolarisationserscheinungen des Quarzes durch passende Combinationen von Glimmerblättchen und farbig polarisirende Gypsblättchen nachahmen lassen. Ein circularpolarisirendes Glimmerblättchen ist ein solches, in welchem der eine Strahl um $^1/_4$ Wellenlänge dem andern vorausgeeilt ist, da bekanntlich alle pendelartigen Vibrationen, die rechtwinklig auf einander stehen, bei gleicher Amplitüde und Schwingungsdauer eine geradlinige Interferenzvibration bewirken, die ihre Winkel halbirt, wenn ihr Phasenunterschied = 0 ist, eine kreisförmige dagegen, wenn ihr Phasenunterschied $^1/_4$ der Oscillationsdauer ist und eine elliptische, wenn er zwischen diesen Werthen liegt. Legt man ein solches Glimmerblättchen (es hat 0,032 ^{mm} Dicke) so zwischen die gekreuzten Nicols, dass seine Schwingungsebenen 45^0 mit denen der Nicols bilden, darauf ein farbig polarisirendes Gypsblättchen so, dass dessen Schwingungsebenen zusammenfallen mit denen der Nicols und wieder ein circularpolarisirendes Glimmerblättchen in der Stellung des ersten, so hat man ein circularpolarisirendes System, welches genau alle Erscheinungen des Quarzes nachahmt.

Es wurde schon gesagt, dass einige Quarze die Schwingungsebene der linear-polarisirten Strahlen nach rechts, andere nach links drehen. Es steht das, wie überhaupt das ganze Phänomen im innigsten Zusammenhange mit der hemiedrischen resp. tetartoëdrischen Ausbildung der Quarzkrystalle. Wenn nämlich die Trapezfläche $x = 6P\frac{6}{5}$ in einer von oben rechts nach unten links laufenden Zone z s x r liegt, so dreht der Krystall die Polarisationsebene nach rechts, liegt dagegen dieselbe Fläche in einer von oben links nach unten rechts laufenden Zone z s x r, so dreht der Krystall nach links. Also stets ist die optische Drehung entgegengesetzt der Richtung der Zone von oben nach unten. Man kann das Gesetz auch so ausdrücken, dass diejenigen Krystalle linksdrehend sind, bei welchen für den im Krystall gedachten Beobachter die Fläche $x = 6P\frac{5}{6}$ die linke Kante der Rhombenfläche s = 2P2 abstumpft, rechts drehend diejenigen, bei welchen im gleichen Falle x die rechte Kante von s abstumpft.

Fig. 58.

Fig. 59.

Airy beobachtete zuerst, dass, wenn man eine rechts- und eine linksdrehende Platte von Bergkrystall auf einander legt, sie bei Dunkelstellung des Polarisationsapparates jene eigenthümlichen, nach ihm Airy'sche Spiralen genannten dunklen Curven und zwar in umgekehrter Richtung erzeugen, je nachdem die links (Fig. 58) oder rechtsdrehende (Fig. 59) Platte dem Auge am nächsten liegt. Dieselben Spiralen zeigen hie und da Platten, welche aus Bergkrystallzwillingen geschnitten wurden, an denen die Trapezflächen x in beiden Dihexaëder-

kantenzonen liegen. — Schon BREWSTER fand am Amethyst, dass da, wo rechtsdrehende Theile in linksdrehende übergehen, die Interferenzfigur nicht das farbige Centrum des Gesichtsfeldes zeigt, wie normale Platten, sondern das dunkle Kreuz, wie jede andre optisch einaxige, zur Hauptaxe senkrechte Krystallplatte und DOVE hat gezeigt, dass da, wo der genannte Fall eintritt, der Bergkrystall sich genau wie ein positiver einaxiger Krystall verhalten muss. — Dieselben Erscheinungen zeigte mir ein brasilianischer Citrin.

Für ein eingehenderes Studium dieser höchst interessanten Polarisationserscheinungen muss auf die Specialuntersuchungen, besonders von DOVE (Optische Studien) und DESCLOIZEAUX, Mémoire sur la cristallisation et la structure intérieure du Quartz. Paris 1855, verwiesen werden.

f) Absorption des Lichtes in doppeltbrechenden Krystallen.

Alle doppelt brechenden Mineralien lassen mit grösserer oder geringerer Bestimmtheit die Beobachtung machen, dass man, sie nach verschiedenen Richtungen durchblickend, verschiedene Farbenerscheinungen und Intensitätsverhältnisse des durchfallenden Lichtes wahrnimmt. Besonders die gefärbten Mineralien sind es, die diese Erscheinung am deutlichsten zeigen; sie haben bei durchfallendem Lichte nach verschiedenen Richtungen hin wechselnde Farben (Pleochroismus), während die farblosen nur eine grössere oder geringere Intensität der Helle nach verschiedenen Richtungen wahrnehmen lassen. Beide Phänomene beruhen aber auf derselben Ursache, auf einer partiellen Absorption des durchgehenden Lichtes, welche im ersten Falle besonders stark für Strahlen bestimmter Wellenlänge ist, im zweiten alle Lichtstrahlen mehr in gleichem Maasse trifft. Diese Absorption steht, wie zumal durch HAIDINGER's Untersuchungen dargethan wurde, im genauesten Zusammenhange mit der Doppelbrechung der Mineralien. Schon BREWSTER hatte wahrgenommen, dass die beiden Bilder, welche durch Doppelbrechung im Calcit entstehen, verschiedene Lichtstärke haben.

Der Zusammenhang dieser Phänomene besteht darin, dass jeder von den beiden, einen doppelt brechenden Krystall durchlaufenden Strahlen, wie er verschieden stark abgelenkt wird, auch eine verschiedene Absorption erleidet. Demnach ist in einem optisch einaxigen Krystall die Absorption für den ordentlichen Strahl eine andere, als die für den ausserordentlichen; und zwar ist es im Allgemeinen nach den Untersuchungen von HAIDINGER und BABINET so, dass der stärker abgelenkte Strahl, also in negativen der ordinäre, in positiven

der extraordinäre, am stärksten absorbirt wird. Und ebenso wie der ordinäre Strahl einen constanten Brechungsexponenten hat, der extraordinäre aber einen mit seiner Richtung zur Hauptaxe wechselnden, ist auch für den ersten der Absorptionscoefficient constant, für den letzteren wechselnd mit seiner Richtung. HAIDINGER unterscheidet bei den optisch einaxigen Substanzen eine Basisfarbe (O), welche man beobachtet, wenn man im Sinne der optischen Axe hindurchblickt; sie ist die Farbe der ordentlichen Strahlen, denn nur solche durchlaufen den Krystall in der angegebenen Richtung. Durchblickt man dagegen denselben Krystall in irgend einer andern Richtung, so wird die auftretende Farbe im Allgemeinen aus denen des ordentlichen und ausserordentlichen Strahles zusammengesetzt sein und mit wachsendem Winkel zur optischen Axe wird sie immer mehr von der Basisfarbe abweichen. Ein Maximum der Verschiedenfarbigkeit wird erreicht, wenn man senkrecht zur Hauptaxe hindurchblickt. Die bei dieser Stellung sichtbare Farbe ist combinirt aus der Basisfarbe, welche dem ordentlichen Strahl zukömmt und der Farbe des ausserordentlichen Strahles, welche HAIDINGER Axenfarbe (E) nennt, weil sie den Schwingungen parallel der optischen Axe entspricht. Man muss demnach in jedem Falle, wo die untersuchte Fläche nicht senkrecht zu einer optischen Axe steht, zwischen Flächenfarbe und Axenfarbe unterscheiden und bemerken, dass jede Flächenfarbe aus zwei Axenfarben resultirt. Um nun die componirenden Axenfarben in einer Flächenfarbe sondern zu können, dazu bedient man sich der von HAIDINGER erfundenen dichroskopischen Loupe oder des Dichroskops. Dasselbe besteht aus einem länglichen Calcitspaltungsstück (a), an welchem zwei Flächen senkrecht zu den Endkanten angeschliffen sind.

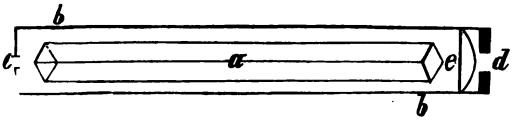


Fig. 60.

Dieses Prisma ist in eine Metallhülse gefasst (bb), die an beiden Enden mit abnehmbaren Metallplatten geschlossen ist. Die Objectivplatte hat eine kleine quadratische oder oblonge Oeffnung (c), während die Ocularplatte eine grössere runde Oeffnung (d) hat, vor der noch eine kleine, schwachvergrössernde Linse (e) angebracht ist. (Siehe Fig. 60). Hindurchsehend hat man also ein doppeltes Bild der kleinen Objectivöffnung; das eine entsteht durch den ordentlichen Strahl, dessen Schwingungsebene in der langen Diagonale der Endfläche des

Calcitprismas liegt, das andere durch den ausserordentlichen, der parallel der kurzen Diagonale desselben schwingt. Die beiden Bilder liegen unmittelbar nebeneinander und man erkennt das ausserordentliche leicht an grösserer Helle und einerseits gelber, andrerseits bläulicher Umsäumung, wenn man nach einer weissen Fläche sieht. Beobachtet man das von einer glänzenden Fläche, etwa der Tischplatte, reflectirte Licht durch das Dichroskop, so ist das ordentliche Bild fast absolut dunkel. Um rasch bei der Untersuchung das Instrument so orientiren zu können, dass eine bestimmte Richtung parallel der Schwingungsebene von O oder E sei, empfiehlt es sich auf der Aussenseite der Objectivplatte zwei senkrechte Striche, einen längeren und einen kürzeren, parallel den entsprechenden Diagonalen des Calcits einzugraviren, wenn das Instrument eine quadratische Objectöffnung hat; ist diese oblong, so orientirt man die Seiten des Oblongs selbst nach diesen Richtungen.

Sieht man nun durch das Dichroskop senkrecht zur Basis eines optisch einaxigen, durchsichtigen Krystalls, so werden beide Bilder gleiche Farbe und gleiche Intensität haben, wie man auch das Dichroskop um seine Axe drehe, denn beide Bilder rühren von Strahlen her, die sich durch zur optischen Axe senkrechte Schwingungen fortpflanzen, also keinerlei Unterschiede erkennen lassen. Blickt man dagegen durch das Dichroskop normal auf eine vertikale Fläche desselben Krystalls so, dass dessen Hauptaxe parallel zur langen Diagonale des Calcits im Dichroskop gestellt sei, so zeigt das ordentliche Bild die Axenfarbe, das ausserordentliche die Basisfarbe des beobachteten Krystalls. Der Grund ist natürlich der, dass die im Krystall parallel der Hauptaxe schwingenden, ausserordentlichen Strahlen das Dichroskop mit Schwingungen parallel der langen Diagonale des Calcits durchlaufen, also das ordentliche Bild geben, während die im Krystall senkrecht zu dessen Axe schwingenden ordentlichen Strahlen nun im Dichroskop in der Richtung der kurzen Diagonale schwingen, also das ausserordentliche Bild bewirken. — Dreht man nun das Dichroskop um seine Axe, bis die kurze Diagonale parallel der Hauptaxe im beobachteten Krystall steht, so muss aus analogen Gründen nun das ordentliche Bild die Basisfarbe, das ausserordentliche die Axenfarbe zeigen. Bei der Mittelstellung von 45° müssen natürlich beide Bilder gleich gefärbt sein, weil beide den beobachteten Krystall durchlaufenden Strahl beim Eintritt in den Calcit die gleiche Zerlegung auf die optischen Hauptschnitte desselben (seine Schwingungsebenen) erleiden.

In Krystallen mit zwei optischen Axen entspricht jeder der drei Elasticitätsaxen eine verschiedene Absorption und bei hieher gehörigen

Krystallen müssen demnach drei Flächenfarben und drei Axenfarben unterschieden werden. In einem Parallelepiped aus einem solchen Krystall (Fig. 61) seien $a > b > c$ die drei Elasticitätsaxen, C entsprechend einer basischen Endfläche, B einer Längsfläche und A einer

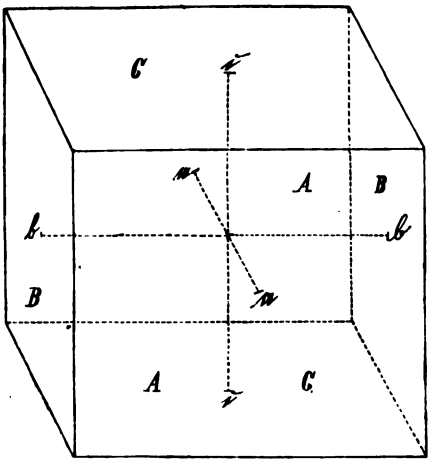


Fig. 61.

Querfläche. Dann wird man, senkrecht zu diesen Flächen durchblickend, drei verschiedene Flächenfarben haben, von denen jede aus zwei Axenfarben combinirt ist. So entsteht die Flächenfarbe C aus den Axenfarben a und b, d. h. aus den Farben derjenigen Lichtstrahlen, welche parallel zu den Elasticitätsaxen a und b schwingen. Ebenso ist die Flächenfarbe B aus den Axenfarben a und c und die Flächenfarbe A aus den Axenfarben b und c zusammengesetzt, und man wird jede dieser Flächenfarben durch das Dichroskop in ihre Axenfarben zerlegen können.

Genau so wie zu makroskopischen Untersuchungen, kann man sich des Dichroskops auch zu der Untersuchung der Absorptionsverhältnisse der mikroskopischen Präparate bedienen, indem man dasselbe auf das Ocular des Mikroskops setzt. Doch ist diese Methode unpraktisch, weil man bei Aufsetzen und Abnehmen des Dichroskops das Mikroskop jedes Mal wieder neu einstellen muss, und überdiess das Gesichtsfeld stark verkleinert und die Lichthelle vermindert wird. Statt daher die beiden Strahlen nebeneinander auf ihre Absorptionsverhältnisse zu untersuchen, schlug TSCHERMAK* vor, sie nacheinander zu

* TSCHERMAK, Mikroskop. Unterscheidung der Mineralien aus der A . . l . phibol- und Biotit-Gruppe. — Sitzungsber. d. K. K. Akad. d. 1. Abthlg. Mai 1869.

prüfen. Man kann dieses auf zweierlei Weise thun: Entfernt man vom Polarisationsmikroskop den Polarisator und behält nur den Analysator bei, so wird, wenn man durch eine Drehung desselben seine kurze Diagonale (Hauptschnitt) mit der einen oder andern Elasticitätsaxe in der Fläche des untersuchten Mineraldurchschnitts parallelisirt, erst der in der Richtung der einen, dann der in der Richtung der andern Elasticitätsaxe schwingende Strahl allein zur Beobachtung kommen. Dabei könnte es aber störend sein, dass das vom Spiegel reflektirte, also das Mineral durchlaufende Licht schon theilweise polarisirt ist; darum bedient man sich besser unter Entfernung des Analysators nur des Polarisators und dreht diesen um seine Axe, so dass abwechselnd sein Hauptschnitt parallel mit der einen und der andern Elasticitätsaxe im Mineraldurchschnitt wird. Der Effect ist ja offenbar derselbe, ob man abwechselnd von den zwei das Object durchlaufenden Strahlen den einen durch Totalreflexion entfernt, oder ob man nur einen einzigen Strahl in einer und dann in der andern Richtung schwingend das Object durchlaufen lässt.

Da der Pleochroismus (farbige Absorption) sich nur bei gefärbten Mineralien findet, nicht bei wasserhellen, kam SÉNARMONT* auf den Gedanken, ob es nicht möglich sei, durch eine künstliche Färbung den farblosen Krystallen die Fähigkeit der farbigen Absorption zu geben. Er liess zu diesem Zwecke salpetersauren Strontian aus einer Lösung, die mit Campêche-Aufguss gefärbt war, krystallisiren und die erhaltenen Krystalle waren deutlich dichroitisch, ja die Absorption solcher Krystalle war so stark, dass sie als Polarisationsapparate, wie Turmalin, dienen konnten. Auch zeigten sie, wenn man im Sinne ihrer optischen Axen hindurchblickte, die HAIDINGER'schen Polarisationsbüschel. Ich habe diese Versuche wiederholt, indem ich Fuchsin als Färbungsmittel verwandte; die erhaltenen Krystalle waren deutlich dichroitisch, zeigten aber die letztgenannte Erscheinung nicht. Ueberdies eignet sich der salpetersaure Strontian schlecht zu solchen Versuchen, da das wasserhaltige, klinorhombische Salz ($SrO\,NO_5 + 4HO$) ausserordentlich rasch verwittert und das wasserfreie bekanntlich regulär krystallisirt.

DOVE** benutzte die Absorptionserscheinungen zur Bestimmung, ob eine bestimmte Glimmervarietät optisch einaxig oder optisch zweiaxig sei. Ist der Winkel der optischen Axen sehr klein, wie das beim Glimmer oft der Fall ist, so ist die Entscheidung, ob man einen

---

* Comptes rendus T. XXXVIII. 101. — Pogg. Ann. XCI. 491. 1854.

** cf. DOVE. Darstellung der Farbenlehre und optische Studien. Berlin 1853. 262.

Glimmer der ersten oder der zweiten Art habe, keineswegs leicht. Die Beobachtung der Interferenzfigur bei dünnen Blättchen, ob dieselbe bei einer Horizontaldrehung sich in Hyperbeln auflöst, giebt kein sicheres Resultat, denn ein solches Zerfallen des dunklen Kreuzes in Hyperbeln zeigen auch hie und da unzweifelhaft einaxige Mineralien, wie z. B. Beryll. — Da nun bei allen Glimmern die Ebene der optischen Axen, resp. ihre optische Axe auf der Spaltungsebene senkrecht steht, so muss, wenn ein Glimmer optisch einaxig ist, für das senkrecht zur Spaltungsebene durchgehende Licht die Absorption für die Strahlen aller Schwingungsrichtungen gleichmässig sein; ist aber das Blättchen optisch zweiaxig, so muss die Absorption verschieden sein für zwei rechtwinklig zu einander schwingende Strahlen. In diesem Falle muss also ein Glimmerblatt in ähnlicher Weise als Analysator in einem Polarisationsapparat verwendbar sein, wie die parallel der Axe geschnittene Turmalinplatte; im ersten Falle dagegen kann keine Interferenzfigur entstehen, wenn man das Glimmerblatt als Analysator verwendet. Dove verfuhr nun so, dass er in einem gewöhnlichen Spiegel-Polarisationsapparat nach Abnahme des Analysator eine gekühlte Glasplatte beobachtete, indem er das Glimmerblatt dicht vor dem Auge horizontal so drehte, dass die Richtung der dasselbe durchlaufenden Strahlen stets genau senkrecht zu seiner Ebene war. Das Auftreten der Interferenzfigur in der gekühlten Glasplatte war jedenfalls ein Beweis für die optische Zweiaxigkeit des Glimmers. Das Ausbleiben derselben beweist aber noch nicht die Einaxigkeit, denn möglicherweise konnte die Absorption des einen Strahls wegen zu geringer Dicke des Blättchens nicht stark genug sein.

III. Chemische Eigenschaften.

Selbstverständlich kann es nicht der Zweck dieses Buches sein, die chemische Constitution und die stöchiometrischen Verhältnisse der Mineralien zu besprechen; ebensowenig sollen hier die Methoden der chemischen Analyse angegeben werden. Indem ich die Kenntniss der chemischen Analyse voraussetze, begnüge ich mich darauf hinzuweisen, wie sich dieselbe auch den eigenthümlichen Verhältnissen der mikroskopischen Untersuchung anpassen lässt.

Es giebt hiezu zwei Wege. Der eine besteht darin, dass man das Mineral oder Mineralgemenge einer weitestgehenden Pulverisirung unterwirft, das feine Pulver zur Erhöhung der Durchsichtigkeit mit Canadabalsam anrührt und so der Betrachtung durch das Mikroskop

zugänglich macht. Man wird da oft die Beobachtung machen, dass Substanzen, die im vollendetsten Schliff noch undurchsichtig bleiben, im feingepulverten Zustande durchsichtig geworden sind. Ein anderer Theil des feinen Pulvers, aus welchem man solche Theile, die sich wie Magnetit mechanisch absondern lassen, schon vorher entfernt hat, wird der Einwirkung eines Reagens, von dem man sich Erfolg verspricht (Salzsäure, Schwefelsäure, Salpetersäure, Essigsäure, Aetzkali etc.) unterworfen. Nach vollzogener Einwirkung wird das restirende Pulver durch Filtration von der Flüssigkeit getrennt, ordentlich ausgewaschen, getrocknet und ebenfalls durch Anmengen mit Canadabalsam und Bedeckung mit einem Deckgläschen der Beobachtung im durchgehenden Lichte zugänglich gemacht. Man kann dann durch Vergleichung des ersten und zweiten Präparates sehen, ob irgend ein Theil des Gemenges und welcher etwa verschwunden oder verändert worden ist. Der chemische Bestand desselben kann natürlich durch eine qualitative Analyse der Flüssigkeit festgestellt werden. Diese Methode giebt in vielen Fällen ausgezeichnete Resultate und sollte stets die Untersuchung im Dünnschliff begleiten.

In vielen Fällen aber dürfte es sich empfehlen, nicht nur das Resultat eines chemischen Eingriffs zu untersuchen, sondern auch dessen Ausdehnung auf einen oder mehrere Gemengtheile der untersuchten Substanz und seinen Verlauf unmittelbar zu beobachten. Zu diesem Zwecke stelle man die chemische Untersuchung am Dünnschliff selbst an, indem man successive die verschiedenen Reagentien vermittelst einer Capillarpipette aufträgt und ihre Einwirkung unter dem Mikroskope verfolgt. Gegen schädliche, dabei auftretende Dämpfe kann man die Objectivlinse durch ein aufgeklebtes Glimmerblättchen schützen, oder dieses in eine Hülse fassen, welche dem Objectiv aufgesetzt wird. Man vermeidet so das lästige Reinigen der Linse nach Abnahme des Glimmerblättchens.

Man achte dabei besonders auf etwa eintretende Gasentwicklungen, die auf Anwesenheit von Carbonaten (Kohlensäure) oder Schwefelverbindungen (Schwefelwasserstoff) schliessen lassen. Weitere Erscheinungen, die schon hier genau zu beobachten wären, sind eintretende Entfärbungen durch Auflösung der Pigmente, gänzliche Lösung einer Substanz oder Gelatination derselben. Letztere erkennt man leicht an der Abnahme der Durchsichtigkeit, Aufhören der Polarisationserscheinungen und ein schleimiges Aufquellen des Minerals. Nach Behrens lassen sich auch kleine Mengen eines gelatinirten Minerals durch künstliche Färbung ermitteln. Man thut einen Tropfen des Pigments, etwa Fuchsin, auf den mit Säure behandelten Schliff; dasselbe dringt

dann vermittelst der Imbibitionsfähigkeit gelatinöser Massen in diese ein und lässt sich nicht wieder durch Auswaschen entfernen.

Die Einwirkung eines Reagens verhält sich seiner Energie nach umgekehrt proportional zur Masse der untersuchten Substanz gegenüber ihrer Oberfläche und direkt proportional zur Temperatur. Man mache den Schliff daher möglichst dünn; aber eine Erwärmung des Objectes, um die Reaction zu beschleunigen, ist nicht immer rathsam, weil dann die chemischen Processe wegen zu tumultuarischen Verlaufs und starker, sie begleitender Dämpfe sich leicht der Beobachtung entziehen. Noch sei bemerkt, dass man die Oberfläche des Schliffes nicht etwa vorher polire und glätte, sondern sie möglichst rauh lasse, da hierdurch dem angreifenden Agens eine grössere Oberfläche dargeboten und also sein Effect erhöht wird.

Will man nun die erhaltene Lösung auf ihren chemischen Bestand prüfen, so hebe man sie mit einer Capillarpipette, wie man solche durch feinstes Ausziehen einer Glasröhre erhält, ab und trage sie auf ein reines Objectglas oder winziges Uhrgläschen über. Letztere pflegen im Falle des Erwärmens leichter zu zerspringen, als Objectgläser; ausgezeichnete Dienste leisten kleine Scherben, die man aus feinwandigen Kolben oder Bechergläsern abgesprengt hat. In dieser Flüssigkeit trennt man dann durch successive Präcipitate die einzelnen Körper, eine Operation, die aber wegen der winzigsten Mengen, mit denen man arbeitet, eigenthümliche Schwierigkeiten bereitet. Hat man einen Niederschlag hervorgebracht und dieser sich ruhig abgesetzt, so wird man dennoch kaum im Stande sein, die obenstehende Flüssigkeit mit einer Capillarpipette abzuheben, ohne dass Theilchen des Niederschlages mit übergerissen würden. Man kann zwar durch Wiederholung der Operation eine vollständige Trennung erreichen, aber unter bei so winzigen Quantitäten höchst störendem, wiederholtem Verlust an Substanz.

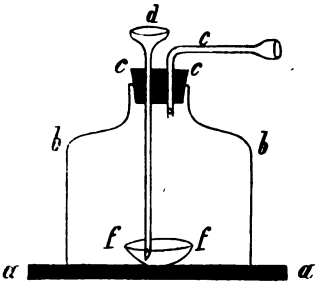


Fig. 62.

Um diese Uebelstände zu beseitigen, trenne man Niederschlag und Flüssigkeit durch Filtration mit einem Apparate, der nach dem Principe des Bunsen'schen Filtrirapparates unter Luftdruck von mir construirt wurde*. Auf eine mattgeschliffene Glasplatte a a (Fig. 62),

* Leonhard und Geinitz. N. Jahrb. für Mineral. etc. 1871. 914.

die mit Talg bestrichen wurde, setzt man die kleine Glasglocke bb, deren Durchmesser am Boden nur eben gross genug ist, um das Uhrgläschen ff aufzunehmen. Oben ist das Glöckchen offen und trägt den doppelt durchbohrten Kork cc. In der einen Oeffnung steckt der kleine Trichter d, dessen Fuss hinreichend lang ist, um den Rand des untergestellten Uhrgläschens zu erreichen. Der Trichter ist gross genug, um etwa 20 Tropfen Flüssigkeit gut fassen zu können. In demselben liegt genau an den Wänden ein einziges Platintrichterchen an und auf diesem das Papierfilter, gerade wie bei BUNSEN'schen Apparaten. In der zweiten Oeffnung steckt die umgebogene Glasröhre e, die sich an ihrem Ende erweitert, um einen Kautschuckschlauch ansetzen zu können, an welchem saugend man unter der Glasglocke einen luftverdünnten Raum erzielt, vermittelst dessen man im Stande ist, auch noch sehr kleine Quantitäten zu filtriren, ohne einen erheblichen Verlust an Flüssigkeit durch Aufsaugen im Filter zu erleiden. Selbstverständlich ist es noch bequemer, wenn man den Kautschuckschlauch in Verbindung mit einem Aspirator setzt. Der Fuss des Trichters muss aber den Rand des Gläschens ff berühren, weil sonst einmal der Tropfen beim Herabfallen zerstieben, andrerseits das Uhrgläschen selbst ohne diesen Halt in sehr bedenkliche Schwankungen gerathen würde.

Die Untersuchung der Niederschläge selbst hat da, wo sich die von BUNSEN* angegebenen Flammenreactionen verwerthen lassen, trotz der geringen Mengen keinerlei Schwierigkeiten. Wo das, wie bei den alkalischen Erden beispielsweise, nicht der Fall ist, beobachtet man vor der Filtration den Niederschlag genau unter dem Mikroskope und untersucht ihn auf seine amorphe oder krystallinische Structur, sowie seine Polarisationserscheinungen und vergleicht ihn mit den entsprechenden Präcipitaten, die man sich aus chemisch reiner Substanz hergestellt hat. Betrachtet man solche Präcipitate öfter unter dem Mikroskope, so prägt sich ihre Structur bald dem Gedächtniss ein, so dass man sie sofort wieder erkennt, wenn man ihnen begegnet.

Das Aetzen der Schliffe mit Säure ist überdies oft nothwendig, um Schliffe solcher Substanzen durchsichtig zu machen, welche durch secundäre Ablagerungen von Eisenoxyden und anderen Substanzen stark getrübt sind.

Eine viel zu geringe Aufmerksamkeit hat man bei den mikroskopischen Mineralstudien bisher auf die eigenthümlichen Figuren verwandt, welche sich auf den verschiedenen Flächen der Mineralien

---

* Annalen der Chemie und Pharmacie Band CXXXVIII.

bei Behandlung mit Säuren oder andern lösenden Reagentien bilden. Da diese Aetzfiguren nicht willkührlich sind, sondern, was Gestalt und Orientation anbetrifft, in inniger Beziehung zu dem morphologischen Charakter des geätzten Minerals stehen, so lässt sich mit Sicherheit erwarten, dass dieselben zur mikroskopischen Diagnose verwendbar wären. Von älteren Untersuchungen auf diesem Gebiete sind besonders die von LEYDEN am Quarz* zu nennen. Neuerdings hat KNOP** die Wichtigkeit dieser Aetzversuche und ihre hohe praktische Bedeutung für die Mikroskopie dargelegt, indem es ihm gelang, durch Aetzen von Xanthophyllitblättchen Vertiefungen zu erhalten, die in Gestalt und Anordnung durchaus jenen Interpositionen gleichen, welche JEREMEJEW*** für Diamanteinschlüsse in diesem Mineral hielt.

GUSTAV ROSE wandte die mikroskopische Untersuchung auf das Studium der krystallinischen Ausscheidungen in Borax- und Phosphorsalzperlen an (Monatsbericht der Berl. Akad. März 1867, p. 129 sqq. und Juli 451 sqq.) und WUNDER (Journal f. prakt. Chem. Neue Folge Bd. I. 1870, p. 452 und Bd. II. 1870, 206 und Bd. IV. 1871, 339), so wie KNOP (Zeitschrft. d. deutsch. geol. Ges. XXII. 1870, 919) ergänzten und erweiterten die von ihm gewonnenen Resultate.

* Sitzber. der K. K. Akad. d. Wissensch. Wien XV. 1855.

** N. Jahrb. f. Min. 1872, 785.

*** N. Jahrb. f. Min. 1871, 589.

Specieller Theil.

Da es kein natürliches Mineralsystem giebt, so ist die Reihenfolge, in welcher die einzelnen Mineralspecies zur Besprechung gelangen, eine ziemlich willkürliche und wird in jedem besonderen Falle mehr oder weniger durch die vorliegenden Zwecke bestimmt. Allen Systemen aber liegt stets die Bestrebung zu Grunde, die ähnlichen Körper möglichst nahe bei einander zu haben, damit die gemeinschaftlichen Eigenschaften derselben in deutlicher Weise zum Bewusstsein gelangen. Es kommt nun lediglich darauf an, welcher Classe von Eigenschaften man die grösste Bedeutung beilegt; diese wird man zum Hauptprincip der Eintheilung machen und allen übrigen Eigenschaften nur einen secundären Einfluss auf die Classification gestatten. Ohne an diesem Orte irgend welche Kritik an den bestehenden Mineralsystemen ausüben zu wollen, werden in diesem Buche die optischen Eigenschaften zum Hauptprincip der Classification gemacht werden; — es soll damit nicht gesagt sein, dass eine solche Eintheilung irgendwie einer andern vorzuziehen wäre, im Gegentheil erkenne ich bereitwillig an, dass die Durchführung dieses Principes in einer allgemeinen Mineralogie unthunlich sein würde und grosse Nachtheile gegenüber der gebräulichen, chemisch-morphologischen Classification hätte. Lediglich aus Zweckmässigkeitsgründen wurde diese Methode im vorliegenden Falle vorgezogen; denn unzweifelhaft wendet man sich bei mikroskopischen Studien zuerst an die optischen Eigenschaften, wenn eine beliebige Substanz bestimmt werden soll. Erst wenn diese und die Mikrostructurverhältnisse sich als unzureichend zur Bestimmung erweisen, wird man von den chemischen Eigenschaften der Substanz Aufklärung zu erhalten suchen. Da nun ferner, wie im allgemeinen Theile gezeigt wurde, die optischen Eigenschaften in dem innigsten Zusammenhange mit den morphologischen stehen, so kann man fast mit dem gleichen Grunde das Classificationssystem in diesem Buche ein morphologisches nennen. In Wirklichkeit wird man sich stets beider Classen von Eigenschaften in gleicher Weise und mit einander

combinirt zur Bestimmung der Substanz bedienen; der morphologischen, in so weit sie sich durch die Umrisse unter dem Mikroskop zu erkennen geben, der optischen besonders in Beziehung auf das Verhalten der Substanz im polarisirten Lichte. Ebensowenig aber wie es in jedem Falle möglich ist, ein Mineral lediglich nach seiner Härte oder durch sein chemisches Verhalten allein mit voller Sicherheit zu bestimmen, ebensowenig muss man erwarten, durch blosse mikroskopische Untersuchung zur unanfechtbaren Gewissheit zu gelangen. Vielmehr ist die genaueste makroskopische und chemische Erforschung, wenn irgend thunlich, der mikroskopischen Analyse vorauszuschicken, und erst das übereinstimmende Resultat aller dieser Untersuchungsmethoden berechtigt zu der Annahme, dass eine Substanz richtig erkannt und bestimmt sei.

Wenngleich jeder denkende Leser aus dem allgemeinen Theile dieses Buches die Methoden wird ableiten können, nach welchen er verfahren muss, um zu finden, in welcher Gruppe er eine fragliche Substanz suchen darf, so mögen dieselben dennoch in aller Kürze hier noch einmal angegeben werden.

Die erste Frage, welche man sich vorzulegen hat, ist selbstverständlich die nach der Homogenëität und strengen Einheitlichkeit oder Heterogeneität des vorliegenden Körpers. Dabei aber muss man keineswegs aus vorhandenen Einschlüssen in grösserer oder kleinerer Menge sogleich den Schluss ziehen wollen, eine Substanz sei nicht homogen; sonst würde kaum die bestindividualisirte Substanz im strengsten Sinne des Wortes noch homogen sein. Geradliniger Verlauf der Umrisse und gesetzmässige Neigung der einzelnen Umrisslinien zu einander lassen stets mit grosser Entschiedenheit auf das Vorliegen eines homogenen Mineralkörpers schliessen, wenn man etwa die Pseudomorphosen ausnimmt. Optisch giebt sich die Homogeneität eines Körpers dadurch zu erkennen, dass er unter dem Mikroskope bei gekreuzten Nicols in irgend einer Horizontallage seines Durchschnittes einmal dunkel werden, ein Minimum von Lichthelle zeigen muss. Ist dieses nicht der Fall, sondern sind bei jeder Horizontallage des Schliffes unter den angegebenen Bedingungen einzelne Theile der Substanz farbig hell, andere dunkel, so sind zwei Fälle möglich; entweder hat man es mit einem polysynthetischen Krystall oder mit einem Aggregat zu thun, sei es homogen oder heterogen. Bei einem polysynthetischen Krystall nun sind stets die optisch verschiedenen Theile mehr oder weniger streng geradlinig gegen einander abgegrenzt, bei Aggregaten ist dieses nicht der Fall. Ob aber nun ein Aggregat homogen oder heterogen sei, das zu unterscheiden, wird durch blosse Anwendung des Mikroskopes nicht in allen Fällen möglich sein.

Ist man sich darüber klar geworden, ob homogener einheitlicher Körper, ob Aggregat, so wird man im ersten Falle weiter fragen, ob der homogene Körper isotrop oder anisotrop ist. Ist er isotrop, d. h. ist die Elasticität des Lichtäthers in demselben nach allen Richtungen die gleiche, so muss er in jeder beliebigen Horizontallage seiner sämmtlichen Durchschnitte zwischen gekreuzten Nicols dunkel sein, zwischen parallelen Nicols dagegen ein Maximum von Helle der ihm eigenthümlichen Farbe zeigen. Bei jeder andern Lage der Nicolhauptschnitte zu einander wird die Helle der Substanz nach dem bekannten Cosinusgesetz sich ändern, abnehmen, aber niemals können bei irgend welcher Lage der Nicols zu einander und des Dünnschliffs zu ihnen Interferenzfarben auftreten. — Hat sich eine Substanz als isotrop erwiesen, so muss sie amorph oder regulärkrystallisirt sein. Die Entscheidung hierüber ist in weitaus den allermeisten Fällen sehr einfach: geradlinige polygonale Umgrenzung weist mit Sicherheit auf einen tesseralen Krystall; fehlt diese, so hat man es mit einem amorphen Körper oder aber möglicherweise mit einem regulären Krystallkorn zu thun.

Zeigt der untersuchte homogene Körper die eben angegebenen optischen Eigenschaften nicht, so ist er anisotrop. Alle anisotropen Körper sind im Allgemeinen zwischen gekreuzten und parallelen Nicols farbig hell. Bei unter irgend welchen Winkeln zu einander geneigten Nicolhauptschnitten sind sie ebenfalls farbig hell. Hat man aber gekreuzte Nicols und dreht man den Dünnschliff des Körpers in seiner eigenen Horizontalebene um die Axe des Mikroskops, so wird derselbe bei vier zu einander rechtwinkligen Lagen ein Minimum von Farbenintensität (dunkel) zeigen und bei vier weiteren, zu den ersten um 45° geneigten Lagen ein Maximum von Farbenintensität. Werden die Nicolhauptschnitte parallel gestellt, so wird die Substanz bei den früheren Dunkellagen nun farblos oder eigenfarbig hell erscheinen, bei den dazu um 45° geneigten Lagen dagegen wiederum in einem Maximum von Farbenintensität; doch ist die jetzt auftretende Farbe complementär zu der vorher bei gekreuzten Nicols beobachteten.

Es fragt sich nun, ist der anisotrope Körper optisch einaxig oder optisch zweiaxig. So weit dies ohne Anwendung exakterer Methoden möglich ist, geschieht es am besten in folgender Weise. Finden sich zahlreiche Durchschnitte des Körpers, welche sich gerade so verhalten, wie isotrope Substanzen, also bei gekreuzten Nicols in jeder Stellung dunkel sind (die Interferenzfigur einer Calcitplatte zwischen Ocular und Analysator nicht ändern), bei parallelen dagegen farblos oder eigenfarbig hell in jeder Horizontallage, während andere Durchschnitte desselben

Körpers das eben beschriebene allgemeine Verhalten der anisotropen Körper besitzen, also im Allgemeinen Interferenzfarben zeigen und nur in vier zu einander rechtwinkligen Lagen die Interferenzkurven der Calcitplatte nicht ändern, oder ohne Intercalation dieser dunkel erscheinen, so ist die Substanz aller Wahrscheinlichkeit nach optisch einaxig, da es keineswegs anzunehmen ist, man habe zufällig so viele Durchschnitte desselben optisch zweiaxigen Körpers senkrecht zu einer seiner optischen Axe getroffen. Diejenigen Durchschnitte, welche das Verhalten der isotropen Körper besitzen, werden fast ausnahmslos quadratisch bis oblong rektangulär oder aber regelmässige Hexagone mit Winkeln = 120° sein. Anisotrope Substanzen mit einer optischen Axe sind entweder quadratisch oder hexagonal. Im ersten Falle sind ihre sich isotrop verhaltenden Durchschnitte quadratisch bis oblong rektangulär, im zweiten Falle dagegen hexagonal.

Findet man keine Durchschnitte mehr von einer Substanz, die sich in allen Horizontallagen zwischen gekreuzten Nicols wie ein isotropes Blättchen verhalten, so ist die untersuchte Substanz optisch zweiaxig. Es zeigen dann alle Durchschnitte das oben beschriebene allgemeine Verhalten der anisotropen Substanzen und der untersuchte Körper gehört dem rhombischen, klinorhombischen oder triklinen Krystallsystem an. Zur Entscheidung darüber, welchem dieser Systeme die fragliche Substanz zuzurechnen sei, bedient man sich am besten der Lage der optischen Elasticitätsaxen gegenüber den krystallographischen. Diese erforscht man am bequemsten nach der Methode, welche im allgemeinen Theil dort angegeben wurde, wo die Uebertragung des Stauroskops auf das Mikroskop und die stauroskopische Untersuchung selbst besprochen wurde.

Rhombisch ist die Substanz dann, wenn alle Durchschnitte derselben jedesmal zwischen gekreuzten Nicols dunkel werden (die Interferenzfigur der Calcitplatte unverändert sehen lassen), sobald irgend eine der zu einander rechtwinkligen Umrisslinien, welche also einer krystallographischen Axe parallel liegen, in die Ebene eines Nicolhauptschnittes fällt. In diesem Falle müssen ja die optischen Elasticitätsaxen mit den krystallographischen coincidiren und das ist der optische Charakter des rhombischen Systemes.

Tritt dagegen Dunkelheit bei gekreuzten Nicols oder Herstellung der Calcit-Interferenzfigur unter denselben Verhältnissen bei horizontaler Drehung des Präparats dann ein, wenn irgend eine der genannten Kanten irgend einen Winkel mit einem Nicolhauptschnitt macht, so muss die Substanz einem klinobasischen System angehör , denn dann fallen nicht mehr alle Elasticitätsaxen mit den k

graphischen zusammen. Es handelt sich nun noch darum zu unterscheiden, ob die Substanz klinorhombisch oder triklinisch ist.

Klinorhombisch ist sie dann, wenn bei Parallelismus der Orthodiagonale mit einem Nicolhauptschnitt zwischen gekreuzten Nicols die Interferenzfigur der Calcitplatte unverändert ist, aber diese Erscheinung nicht mehr eintritt, wenn irgend eine andere krystallographische Axe mit einem Nicolhauptschnitt zusammenfällt.

Triklinisch ist dagegen die untersuchte Substanz, wenn niemals, sobald eine krystallographische Axe parallel dem Hauptschnitt eines der gekreuzten Nicols steht, die Interferenzfigur der eingeschobenen Calcitplatte unverändert erscheint.

Praktisch ist die Unterscheidung, ob klinorhombisch, ob triklinisch für die mikroskopische Untersuchung der petrographisch wichtigen Mineralien nicht von Bedeutung; denn von den triklinen Substanzen sind die am häufigsten vorkommenden Plagioklase durch andere Eigenthümlichkeiten, wie ihre Zwillingsverwachsungen, fast in allen Fällen vollkommen scharf charakterisirt. Nur für den Cyanit und für den Axinit etwa kann diese optische Untersuchung von Bedeutung werden.

Hier mögen nun die erwähnten optischen Unterscheidungsmerkmale und die daraus zu ziehenden Schlüsse tabellarisch zusammengestellt werden:

I) Durch die ganze Substanz hin herrscht absolut gleiches optisches Verhalten oder wenn verschiedenes, so sind die optisch verschiedenen Stellen geradlinig gegen einander abgegrenzt (Zwillinge) . . . . . **einheitlich homogen.**

1) In allen Horizontallagen aller Durchschnitte derselben Substanz tritt bei gekreuzten Nicols Dunkel ein; die Interferenzfigur der eingeschobenen Calcitplatte bleibt unverändert bei einer vollen Drehung des untersuchten Blättchens in seiner eigenen Horizontalebene . . **isotrop.**

1a) Die Durchschnitte, sind nicht geradlinig polygonal umgrenzt und zeigen keinerlei geradlinige Spaltungsrichtungen, noch sonstige Andeutungen einer krystallinischen Structur . . . . . amorph.

1b) Die Durchschnitte sind geradlinig polygonal, sie zeigen Spaltungslinien oder sonstige Andeutungen krystallinischer Structur . . . . . regulär.

2) Nicht alle Durchschnitte sind in allen Lagen zwischen gekreuzten Nicols dunkel; die Calcitinterferenzfigur zeigt Störungen . . . . **anisotrop.**

2a) Die mehr weniger regelmässigen quadratischen Durchschnitte verhalten sich wie isotrope Blättchen . . . . . quadratisch } opt. einaxig,

2b) Die hexagonalen Durchschnitte verhalten sich wie isotrope Blättchen . . . . hexagonal } opt. einaxig,

2c) Kein Durchschnitt verhält sich im allgemeinen wie ein isotropes Blättchen, aber die Calcitinterferenzfigur erscheint normal, jedesmal wenn irgend eine der krystallographischen Axen mit einem der Nicolhauptschnitte parallel ist . . . rhombisch } opt. zweiaxig.

2d) für 2 Axen ist dieses nicht mehr der Fall . . . . . klino-rhombisch } opt. zweiaxig.

2e) für keine Axe ist dieses mehr der Fall triklinisch } opt. zweiaxig.

II) Verschiedene Theile der Substanz verhalten sich optisch verschieden; bei keiner Horizontallage zwischen gekreuzten Nicols wird der ganze Durchschnitt dunkel und die optisch verschiedenen Theile setzen nicht geradlinig aneinander ab . . . . . **Aggregate.**

Amorphe Körper.

Amorphe Körper können, so weit unsre heutigen Erfahrungen reichen, entweder durch Erstarrung eines Schmelzflusses oder beim Festwerden einer gelatinösen Masse entstehen; die ersteren nennt man Gläser, die letzteren könnte man nach ihrem Hauptvertreter Opale nennen, wenn man nicht aus der Terminologie der makroskopischen Mineralogie die Bezeichnungen hyaline und porodine amorphe Körper beibehalten will. — Die Gläser gehören sämmtlich zur Classe der Silicate oder kieselsauren Salze und zwar unterscheidet man nach dem Verhältniss von Basen und Säuren in ihnen saure und basische Gläser und in jeder dieser Gruppen kann man eine weitere Eintheilung auf den vorhandenen oder fehlenden Wa gehalt gründen. Wäre ein saures Glas krystallinisch erstarrt, so ein saures gemengtes krystallinisches Silicatgestein echend bei basischen Gläsern ein eben solch ne des

Wortes dürfte man demnach die natürlichen Gläser nicht zu den Mineralien rechnen, denn es fehlt ihnen sowohl die morphologische, wie die chemische Individualisation. Da dieselben indessen bisher in den mineralogischen Lehrbüchern als Mineralspecies aufgeführt werden, so mögen sie auch hier einen Platz finden, zumal sie zu den interessantesten mikroskopischen Objecten gehören. Die sauren natürlichen Gläser treten vorwiegend in grösseren Massen als selbstständige Formationen auf und so ist ihr Platz eigentlich bei den Gesteinen; — die basischen natürlichen Gläser dagegen treten meistens, mit Ausnahme etwa der „Palagonit" genannten Substanz, in kleineren Mengen als Einschlüsse in basischen Silicatgesteinen auf und würden demnach unter den begleitenden Bestandmassen der Gesteine eine Besprechung finden müssen. In hohem Grade verwandt mit diesen natürlichen Gläsern sind nun auch jene amorphen Gesteinsgrundmassen, welche in mehr oder weniger untergeordneter Weise sich in manchen krystallinischen Gesteinen vorfinden, deren pyrogene oder hydatopyrogene Natur dadurch unwiderleglich constatirt wird.

Von den wenigen porodinen amorphen Substanzen wird nur der Opal eine Besprechung finden, weil er allein hie und da als ein Zersetzungsproduct in den Gesteinen auftritt. Ein Criterium, wonach man einen hyalinen und porodinen amorphen Körper unter dem Mikroskope unterscheiden könnte, giebt es natürlich nicht; in manchen Fällen allerdings kann die Natur der etwaigen Interpositionen hierüber Aufklärung geben.

1. Obsidian.

Literatur.

Ferd. Zirkel, Mikroskopische Gesteinsstudien. Sitzber. d. Wien. Akad. XLVII. 1863, p. 262. 263. 265. 267. N. Jahrb. f. Min. 1863, 615.

Ferd. Zirkel, Mikroskop. Untersuchungen über die glasigen und halbglasigen Gesteine. Zeitsch. d. Deutsch. geol. Ges. Berlin 1867, XIX. 754. N. Jahrb. f. Min. 1868, 486.

Ferd. Zirkel. Mikromineralogische Mittheilungen. N. Jahrb. f. Min. 1872, 1.

Ferd. Zirkel, Lehrbuch der Petrographie. Bonn 1866, II. 232.

Ferd. Zirkel, Petrographische Untersuchungen über rhyolithische Gesteine der Taupo-Zone. Wien 1864. — N. Jahrb. f. Min. 1864, 632.

H. Vogelsang, Philosophie der Geologie. Bonn 1867, 145.

Niedzwiedzky, Gesteine von Aden. Sitzber. d. Wien. Akad. LXIII. 1. Abth. 1871.

Kenngott, Ueber einen Obsidian vom Hekla auf Island. N. Jahrb. f. Min. 1870, 529.

Kenngott, Beobachtungen an Dünnschliffen eines kaukasischen Obsidians. Petersburg 1869. N. Jahrb. 1870, 481.

Kenngott, Weitere Mittheilungen über den Kaukasischen Obsidian, Petersburg 1870.

Der Obsidian besteht wesentlich aus einer vollkommen [illegible] Glasmasse mit dem Brechungsexponenten 1,488. Bei [illegible] Lichte im Handstück meistens dunkle Farbung zeigend [illegible] noch fast stets in hohem Grade bis vollkommen [illegible] bei noch ziemlich dickem Schliff. Im durchfallenden [illegible] wasserhell, aber meistens mit einem Stich ins [illegible] bräunlicher Farbe (S. Miguel) und dann auch [illegible] Grade durchsichtig. Auch wechselt die Intensität [illegible] bandartig und zwar ziemlich scharf absetzend [illegible] Schliffe; diese Bänder pflegen auffallend [illegible] behalten dann im Handstück die gleiche [illegible] (Mexico). Wie die meisten Gläser lässt [illegible] Häutchen schleifen und ist daher ohne [illegible] mikroskopischen Objecten zu verarbeiten.

In der glasigen Obsidianmasse [illegible] Einschlüsse in mannigfacher Ausbildung [illegible] wohl niemals, nur Flüssigkeits-Einschlüsse [illegible] nicht aufgefunden worden, trotzdem [illegible] kommnisse fast aller bekannten [illegible] kleinen Gewichtsverlust, den manche [illegible] Wasser deuten darf, so wäre [illegible] solcher eigenthümlich, chemisch [illegible] geschlossen. — Gas- und Dampf[illegible] hellem kleinen Centralfleck [illegible] in allen Obsidianen, aber [illegible] Mengen und mit länglich-ellip[illegible] (birnförmig). Es pflegen [illegible] strengen Parallelismus [illegible] besonders da, wo sie sich [illegible] der Substanz frei von [illegible] (Isle Bourbon). [illegible] wöhnlich nur [illegible] poren; erst bei [illegible] Menge aber winzigsten [illegible] die durch sie erzeugte [illegible]

Die meisten Obsidiandünnschliffe zeigen auf den ersten Blick ein Wirrwarr von äusserst zarten, meistens krummlinigen Figuren, welche fast das Ansehen von Trichiten haben (s. Fig. 1, Taf. I); dieselben sind in wechselnder Anzahl häufig um einen dunklen Kern strahlig gruppirt und bei starker Vergrösserung erkennt man, dass sie nichts körperliches, sondern nur ganz feine, capillare Risse und

Sprünge sind, welche man wohl stets als Folge der verschiedengradigen Contraction ansehen muss, welche in dem eingeschlossenen, dunklen, krystallinischen Kern (Magnetit) und der umgebenden, glasigen Obsidianmasse bei der Erkaltung eintrat. — Daneben aber finden sich häufig in grosser Menge wirkliche Trichite, also krummlinige krystallinische Gebilde, die meistens in grosser Menge oft einzeln, oft zu mehreren gruppirt den ganzen Schliff durchspicken (s. Fig. 2 und 3 Taf. I). Dieselben haben stets eine minimale Ausdehnung in die Breite bei starker Längsentwicklung und sind bei schwachen Vergrösserungen immer, bei starken häufig absolut undurchsichtig. Welcher Substanz dieselben angehören, lässt sich nicht mit Sicherheit angeben; bei den undurchsichtigen möchte man an Magnetit denken und mit Recht erinnert Kenngott daran, dass auch bei manchen andern regulären Substanzen (Cuprit und Kalialaun) eine haarförmige Ausbildung sogar makroskopisch bekannt ist. — Keineswegs aber ist die Undurchsichtigkeit eine inhärente Eigenschaft dieser Gebilde, quâ Trichite, sondern gar nicht selten findet man sie bei starken Vergrösserungen farbig durchsichtig. So sah sie Zirkel bräunlich durchscheinend in Obsidiankugeln von Tokay; mit grünlicher Farbe zeigten sie sich mir im Obsidian von Grönland, so dass es scheint, als ob verschiedene Mineralspecies einer trichitischen Ausbildung fähig sind.

Eigentliche Mikrolithe, d. h. geradlinig polygonal begrenzte mikroskopische Krystallisationen finden sich ebenfalls in den meisten Obsidianen. Dieselben haben grösstentheils lange prismatische Gestalt (Figur 4, Tafel I). Sie sind theils farblos, theils grünlich, selten braun gefärbt. Manche polarisiren das Licht deutlich, andere dagegen scheinen sich wie isotrope Körper zu verhalten. Doch möchte es misslich sein, darauf hin Unterschiede gründen zu wollen, da die Grenze nicht bekannt ist, bis zu welcher die Dimensionen eines doppeltbrechenden Körpers abnehmen können, ohne seinen optischen Effect zu beeinträchtigen, wenn derselbe nicht isolirt, sondern allseitig von fester einfachbrechender Substanz umgeben ist. Auch wird man oft finden, dass solche scheinbar isotrope Mikrolithe, wenn man ihnen eine andere Lage im Gesichtsfeld durch Verschiebung des Schliffes giebt und denselben zugleich in seiner Horizontalebene dreht, sich als anisotrop erweisen. Bei den grösseren, sowohl farblosen, wie gefärbten, habe ich stets gefunden, dass sie zwischen gekreuzten Nicols dann dunkel werden, wenn ihre Längsaxe nicht mit einem Nicolhauptschnitt parallel ist. Dieselben müssen also einem klinobasischen Krystallsystem angehören und dafür spricht auch ihre polare

Endigung mit Entschiedenheit, wo man dieselbe zu sehen Gelegenheit findet. Kenngott hat gelegentlich der Untersuchung kaukasischer Obsidiane den Versuch gemacht, die Mikrolithe ihrer Species nach zu bestimmen und glaubt auf Grund von Winkelmessungen und optischen Beobachtungen unter ihnen quadratische und hexagonale Formen, sowie Orthoklas- und Plagioklasmikrolithen deutlich unterscheiden zu können.

Sphaerolithe, d. h. kugelförmige Concretionen von radial gestellten winzigsten Mikrolithen, in deren Centrum sich in manchen Fällen ein fremder Körper befindet, in andern dagegen wieder nicht, finden sich in manchen Obsidianen, so vorzüglich in denen von Tokay und Lipari; doch bedarf es vorzüglich dünner und vollkommen durchsichtiger Schliffe, um sie beobachten zu können. Da sie sehr lebhaft das Licht doppelt brechen, so pflegen sie im polarisirten Lichte, bei gekreuzten Nicols zumal, aus dem dunkel gewordenen Obsidian lebhaft hervorzuleuchten. Zirkel ist der Ansicht, dass die Individuen dieser Sphaerolithe stofflich etwas anderes seien, als die langprismatischen Mikrolithe, welche einzeln in dem Schliffe zerstreut liegen.

Von grösseren Krystalleinschlüssen ist wohl der Sanidin am häufigsten vorhanden. Derselbe pflegt nur bei seinen kleineren Individuen scharfe Krystallumgrenzung zu zeigen; mit zunehmenden Dimensionen werden die Umrisse gewöhnlich rundlich und die Krystalle sehen wie angeschmolzen aus. Dabei zeigen sie oft Sprünge, welche mehr oder weniger tief in den Krystall eindringen, oft sogar ihn ganz durchsetzen und mit Obsidianmasse wieder ausgefüllt sind. Daneben finden sich eiförmige, rundum vom Sanidin eingeschlossene Obsidianpartikel und beweisen, dass der Sanidin sich im Obsidianschmelzfluss selbst bildete, wenngleich er wohl wieder einer späteren Anschmelzung unterworfen wurde. Ch. E. Weiss, welcher einen Sanidin aus Obsidian von Hruni (Island) optisch untersuchte, fand an ihm auffallender Weise nur geringe Gluthspuren und überdiess erwies sich der untersuchte Krystall als ein Zwilling nach dem Bavenoer Gesetze.

Unläugbare Plagioklase finden sich in den auch sonst sehr interessanten Obsidianen von Lipari, in denen um die genannten Krystalle sich oft eine Zone durch körnige Entglasung undurchsichtig gewordener Grundmasse findet. Die im polarisirten Lichte sehr deutliche Zwillingsstreifung lässt keinen Zweifel an der Natur dieser Krystalle.

Glimmerblättchen, meistens mit dunkel grüner Färbung bis undurchsichtig sind nicht selten. Wo der Schliff sie senkrecht gegen ihre Spaltung trifft, zeigen sie parallele Streifung und starken

Dichroismus. In einzelnen Fällen erkennt man im Stauromikroskop deutlich, dass die horizontalliegenden Glimmerblättchen bei gekreuzten Nicols die Interferenzfigur des Calcits nicht stören, dass der Glimmer also höchst wahrscheinlich Biotit ist.

Mit geringerer Sicherheit lassen sich Nadeln von Hornblende in manchen Obsidianen nachweisen, weil hier eine Verwechslung mit parallel zur Hauptaxe geschnittenen Glimmerindividuen leicht möglich ist. — Sehr auffallend, aber unzweifelhaft als solche zu erkennen, sind grössere Augitindividuen in einem Obsidian von Lipari.

Magnetit ist in winzigen Körnchen in den Obsidianen sehr verbreitet; seine Undurchsichtigkeit, sein bläulich schwarzer Metallglanz im reflectirten Lichte lassen ihn leicht erkennen und da er sich mit dem Magnetstabe aus dem Obsidianpulver ausziehen lässt, kann seine Anwesenheit nicht bezweifelt werden. — Zirkel nennt auch den Hämatit als Einschluss und erkannte ihn z. Th. an seiner vollständigen Analogie mit den im Sonnenstein von Twedestrand und im Karnallit vorkommenden, roth durchsichtigen Eisenglimmerblättchen.

Kenngott endlich fand Einschlüsse, die ihn an Zirkon und Turmalin erinnerten, ohne jedoch eine solche Deutung sicher begründen zu können.

Ganz auffallend sind die von Zirkel im Obsidian von Serro de las Navajas in Mexico nachgewiesenen Glaseinschlüsse. Während die Obsidiangrundmasse keinerlei Entglasung zeigt, lassen diese eingeschlossenen Glaspartikel deutliche Entglasungsproducte erkennen und erweisen sich auch sonst durch Structurverhältnisse als der eigentlichen Obsidiansubstanz fremde Körper, Durch ihre Anwesenheit wird nach Zirkel's Beobachtungen der grüngelbe Schiller bedingt, den genannter Obsidian im Handstück besitzt. Ein in hiesiger Universitätssammlung befindlicher Obsidian von Mexico zeigt die gleichen Einschlüsse (siehe Fig. 4, Tafel I), aber keinen Schiller. — Kenngott fand, dass bei einem kaukasischen Obsidian ein ähnlicher Schiller durch eingeschlossene Luftporen hervorgerufen wurde.

Gegen die meisten Säuren verhält sich der Obsidian bekanntlich durchaus indifferent; doch wird er von Fluorwasserstoffsäure angegriffen und eine leichte Aetzung mit derselben lässt, wie zuerst Zirkel beobachtete, oft da noch reichliche Mikrolithen in dem Obsidian hervortreten, wo man vor der Aetzung keine wahrnahm. Dass diese Mikrolithe nicht etwa erst in Folge der Aetzung entstanden, also Fluorüre wären, ist mit grosser Sicherheit nachzuweisen. Sie liegen fertig in der Obsidianmasse und da sie weniger, als diese, von der

Säure angegriffen werden, treten ihre glänzenden Flächen lebhaft aus der mattgewordenen Umgebung hervor. ZIRKEL vergleicht dieses Verhalten des Obsidians mit dem des künstlichen Glases, in welchem LEYDOLT* ebenfalls durch Aetzen mikroskopische Krystalle hervortreten sah.

Der durchsichtig grüne Marekanit aus dem Perlstein von der Marekanka bei Ochozk in Sibirien und der sogenannte Bouteillenstein (Pseudochrysolith) von Moldauthein in Böhmen sind mikroskopisch dem Obsidiane ausserordentlich ähnlich.

2. Bimsstein.

Literatur.

FERD. ZIRKEL, Mikroskop. Unters. über die glasigen und halbglasigen Gesteine. Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. 1867. XIX. 765. N. Jahrb. f. Min. 1868. 486.

FERD. ZIRKEL, Petrographische Untersuchungen über rhyolithische Gesteine der Taupo-Zone. Wien 1864. — N. Jahrb. f. Min. 1864. 632.

Den Bimsstein kann man als einen schaumig ausgebildeten Obsidian betrachten, denn abgesehen von dieser Structurverschiedenheit zeigt er unter dem Mikroskop genau die am Obsidian beschriebenen Erscheinungen. Doch pflegen die verschiedenen Interpositionen, welche beim Obsidian zusammen vorkommen, beim Bimsstein einzeln aufzutreten und man kann demnach mit ZIRKEL zwei Haupttypen dieser Substanz unterscheiden. In den häufigsten Fällen, so beim Bimsstein von Lipari (siehe Figur 5, Tafel I) besteht das Ganze aus parallelen wellig gewundenen Gesteinsglasfäden, zwischen denen grössere Mineralindividuen, Sanidine, liegen und um welche herum die Glasfäden ausbiegen und sich buchten. Mikrolithe pflegen dann selten zu sein, oft ganz zu fehlen. Dafür aber sind die Gasporen um so häufiger und man kann deutlich verfolgen, wie die Makrostructur dieser Substanz sich auch mikroskopisch bis ins kleinste Detail wiederholt. — Ganz anders verhalten sich manche ungarische Bimssteine. Die Glasfäden sind viel unregelmässiger gewunden und haben bedeutende Hohlräume zwischen sich. Gasporen fehlen nicht, treten aber doch mehr in den Hintergrund, als bei den Liparischen Bimssteinen. Grössere Sanidine zeigen die schönsten, deutlichsten Glaseinschlüsse mit fixen Bläschen. Dann aber sind die einzelnen Glasfäden ganz erfüllt von Strömen prismatischer Mikrolithe, deren Längsaxen zu einander und zu der Rich-

* Ueber die Krystallbildung im gewöhnlichen Glase und in den verschiedenen Glasflüssen. Sitzb. d. Wien. Akad. d. Wiss. VIII. 1852. 261.

tung des sie beherbergenden Glasfadens aufs strengste parallel sind, wenn nicht, wie hie und da der Fall ist, diese Ströme in einem Faden dieselbe Knickung und Stauung unter dem Mikroskope erkennen lassen, die man an jedem Glasfaden schon mit blossem Auge oder mit der Loupe wahrnimmt. Diese zahllosen Mikrolithen bedingen nun auch eine viel geringere Durchsichtigkeit, als sie dem ersten Bimssteintypus eignet. — Neben Sanidinen finden sich in beiden Abänderungen des Bimssteines auch Plagioklase und Magnetitkörner, doch gelingt es bei den Liparischen selten, sie im Schliffe zu beobachten, weil sie wegen geringen Zusammenhangs mit der Masse beim Schleifen leicht herausfallen.

3. Perlstein.

Literatur.

Ferd. Zirkel, Mikroskopische Gesteinsstudien. Sitzb. d. Wien. Akad. d. Wiss. XLVII. 1863, 262. N. Jahrb. f. Min. 1863. 615.

Ferd. Zirkel Mikroskop. Unters. über die glasigen und halbglas. Gesteine. Zeitschrift d. Deutsch. geol. Ges. Berlin 1867, XIX. 767. N. Jahrb. f. Mineral. 1868. 486.

Ferd. Zirkel, Petrographische Untersuchungen über rhyolithische Gesteine der Taupo-Zone. Wien 1864. — N. Jahrb. f. Min. 1864. 632.

Ch. E. Weiss, Beiträge zur Feldspathbildung. Haarlem 1866, 142. N. Jahrb. f. Min. 1867. 216.

A. von Lasaulx, Petrographische Studien an den Gesteinen der Auvergne. Neues Jahrb. für Mineral. 1872, 338. 348.

Ferd. Zirkel, Lehrbuch der Petrographie II. 255.

Der Perlit ist ein glasiges, saures Silikatgestein, welches in seiner typischen, aber nicht zu häufig vorkommenden Gestalt aus lauter mehr oder weniger rundlichen Körnern besteht, welche sich innigst berühren. Verfliessen dieselben peripherisch in einander, so verliert die eigentliche Perlitstructur an Deutlichkeit und das Gestein zeigt Uebergänge zu Obsidian und Pechstein, welchem letzteren es auch durch seinen Wassergehalt nahe steht. Die einzelnen Kügelchen des Gesteines sind von wechselndem Umfang; von mikroskopischen Dimensionen entwickeln sie sich bis zu Haselnussgrösse und darüber. Ihre ursprünglich rundlichen Formen werden oft durch gegenseitige Berührung verdrückt und eckig.

Unter dem Mikroskope übersieht man die Gesteinsstructur, wenn nicht die einzelnen Kügelchen sehr klein sind, am besten bei schwachen Vergrösserungen. Es zeigt sich alsdann, dass diese Kügelchen eine deutliche concentrisch-schalige Structur besitzen, wie das auch makroskopisch oft schon zu beobachten ist. Aber die concentrischen

Linien und Risse, welche der mikroskopische Ausdruck dieser Structur sind, bilden keine geschlossenen Curven (Kreise oder Ellipsen), sondern nur Curvensegmente, welche in ähnlicher Weise über einander greifen, wie die Schalen einer Zwiebel. Besonders sind es die äusseren, welche so erscheinen, während die inneren concentrischen Linien nicht selten gänzlich in sich zurückzulaufen scheinen (cf. Fig. 6, Taf. I). Betrachtet man einen Perlitschliff bei gekreuzten Nicols, so treten aus dem dunklen Gesichtsfelde die concentrischen Risse manchmal hell hervor: eine Erscheinung, welche mit den dioptrischen Eigenschaften der Substanz nichts zu thun hat, sondern wohl als ein Beugungsphänomen aufzufassen sein dürfte. Jedenfalls zeigt sich hier keinerlei Analogie mit den durch Schalenstructur am Hyalith hervorgebrachten Erscheinungen. — Niemals findet man im Innern der Perlitkügelchen einen fremden Körper als Kern, wie dieses sonst bei der in gewisser Weise verwandten Pisolithstructur die Regel, bei den Oolithen hie und da der Fall ist. Damit ist es natürlich nicht ausgeschlossen, dass nicht bei der regellosen Einlagerung der krystallinischen Einschlüsse hie und da auch einigermassen im Centrum einer Perlitkugel ein fremder Krystall gefunden werde; nur besteht dann zwischen dieser Erscheinung und der Perlitstructur keinerlei Causalnexus.

Das homogene Perlitglas zeigt sich in derselben Weise mit Interpositionen von Mikrolithen und Trichiten erfüllt, wie dieses bei dem Obsidian der Fall ist. Auch Dampfporen treten auf, doch im Allgemeinen nicht so häufig, wie bei den Obsidianen. Flüssigkeitseinschlüsse sind bisher auch im Perlit noch nicht beobachtet worden und der Wassergehalt dieses Gesteins ist also als chemisch gebunden, nicht als mechanisch eingeschlossen aufzufassen.

Die Mikrolithe und Trichite, deren höchst mannigfach wechselnde Formen Zirkel meisterhaft beschrieben hat, sind oft in unglaublichen Mengen vorhanden und binden sich in der Regel in ihrer Anordnung nicht im Mindesten an die concentrisch-schalige Structur der Perlitkügelchen, sondern setzen oft, ohne ihre Richtung zu ändern, durch viele neben einander liegende Kügelchen hindurch; sie zeigen an andern Orten wunderbare Stauungen und Biegungen ihrer Ströme und bedingen dadurch oft eine ausgezeichnete Fluidalstructur, welche denn auch an diesem Gestein zuerst von Weiss beobachtet wurde. An andern Orten liegen die einzelnen Entglasungsproducte wirr durcheinander nach allen Richtungen in den Perlitkügelchen. Mit Recht weist daher Zirkel darauf hin, dass die mikroskopische Entglasung dieses Gesteins und seine perlitische Schalentextur in keinerlei ursächlichen Beziehungen zu einander stehen.

Von grösseren krystallinischen Einschlüssen im Perlit sind wohl die Feldspathe am häufigsten und zwar Sanidin in einfachen Krystallen und Carlsbader Zwillingen, wie auch Plagioklase mit prachtvoller Zwillingsstreifung. Dieselben zeigen nicht gerade oft normale Krystallumrisse, sondern haben sehr häufig abgerundete Ecken und Kanten. Verwachsungen und Umwachsungen beider sind nicht selten, so beobachtet man sie z. B. sehr schön in den Perlitporphyren des Hliniker Thales in Ungarn. Sanidin wie Plagioklas zeigen oft die schönsten Einschlüsse von Perlitglasmasse und öfter nimmt man an diesen, zumal wo sie von Sprüngen und Spaltungsrichtungen ihrer Wirthe durchsetzt werden, eine merkliche Entglasung wahr.

Biotite, wenn sie ihre Basis zeigen, dunkel schmutzig grün bis schwarz, bei anderen Lagen parallelstreifig in Folge ihres lamellaren Baues und dann stark dichroitisch, finden sich in vielen Perliten und unter andern sehr schön in einem emailgrauen Perlitgestein der Euganeen.

Magnetitkörner und hexagonale Tafeln von Hämatit gehören ebenfalls zu den häufigeren krystallinischen Einlagerungen, dagegen scheinen die Hornblende- und Augitnadeln der Obsidiane den Perliten zu fehlen. — Alle diese Einschlüsse lassen ebensowenig irgend welche Beziehung zu der perlitischen Schalentextur erkennen, wie die Mikrolithe. Es dürfte also anzunehmen sein, dass diese perlitische Structur lediglich eine Contractionserscheinung ist, welche in Folge eigenthümlicher Erkaltungsbedingungen eintrat.

Neben allen diesen Einschlüssen treten endlich auch noch Sphaerolithe auf und zwar ebenfalls ganz ohne Beziehung zu der Perlitstructur. Am häufigsten begegnet man ihnen in den glasigen Streifen, welche sich in manchen Perliten zwischen den einzelnen Kügelchen hinziehen, einzeln oder zu vielen vergesellschaftet (cf. Fig. 7, Taf. II). Man muss sich wohl hüten, Perlitkugeln und Sphärolithe zu verwechseln: erstere sind concentrisch-schalig, letztere stets radialstrahlig und wo auch bei ihnen einmal scheinbar eine concentrische Schalung auftritt, ist sie lediglich eine Folge davon, dass die vom Centrum ausstrahlenden Büschel nicht bis zur Peripherie reichen, sondern über eine erste Strahlenkugel sich weitere gleichgerichtete Strahlen ansetzen, deren gegenseitige Begrenzung hie und da den Eindruck einer concentrischen Schale macht. Dann sind ferner die Perlitkugeln glasig amorph, die Sphaerolithe dagegen sind Krystallaggregate und zeigen bei nicht zu winzigen Dimensionen deutliche Aggregatpolarisation. Ja nicht selten lassen sie jene eigenthümlichen Interferenzfiguren im polarisirten Lichte erkennen, welche im allgemeinen Theile dieses

Buches gelegentlich der Morphologie der Aggregate eines Weiteren besprochen wurden. Besonders schön kann man dieses an den Sphärolithen der nach ihnen benannten Felsart beobachten, welche früher theilweise mit den Perliten zusammengeworfen wurde. Die Sphärolithe der Perlite sind nicht selten durch Farbennüancen schon im gewöhnlichen Lichte in der Perlitmasse leicht aufzufinden, oft aber auch haben sie ganz das Aussehen der Perlitmasse selbst und sind dann im gewöhnlichen Lichte schlecht wahrzunehmen. Eine trübe Färbung derselben kann auch hie und da ihre Erkennung durch Polarisation hindern, wenn sie zu wenig Licht durchlassen. Besonders zierlich und zwar wasserhell mit dunklem Rande liegen sie haufenweise in einem obsidianartigen Perlit von Telkibanya in Ungarn. — Dass die Sphaerolithe chemisch der Glasmasse des sie beherbergenden Gesteins gleich sind, wie manche Forscher früher annahmen, ist nicht wohl vorauszusetzen, da diese keine stöchiometrische Verbindung ist und auch meistens ein geringeres specifisches Gewicht zeigt, als die Sphaerolithe. Ob aber die Sphaerolithe allenthalben in den natürlichen Gläsern derselben Mineralspecies zuzurechnen seien und ob diese identisch ist mit der, welcher die ganz analogen sphaerolithischen Concretionen in künstlichen Glasflüssen angehören, ist bisher nicht entschieden worden. Man möchte fast eine solche Annahme machen, wenn man die allmähligen Uebergänge aus den kleinen, selbst bei starker Vergrösserung kaum wahrnehmbaren Krystallknötchen und Körnchen bis zu makroskopisch erkennbaren und leicht mechanisch von der umhüllenden Glasmasse zu isolirenden Sphaerolithen unter dem Mikroskope verfolgt. Andrerseits aber stehen dieser Annahme die zahlreichen Beispiele gegenüber, welche makroskopisch darthun, dass sehr verschiedene Mineralspecies in genau denselben Structurformen auftreten können. — Uebrigens unterscheiden sich die Sphaerolithe der Perlsteine äusserlich in Nichts von denen der Obsidiane, Pechsteine, Quarztrachyte und anderer Gesteine.

Gegen die gewöhnlichen Säuren verhält sich der Perlit indifferent. Untersuchungen über Aetzung mit Fluorwasserstoffsäure scheinen bisher nicht gemacht worden zu sein.

4. Pechstein.

Literatur.

Ferd. Zirkel, Mikrokopische Gesteinsstudien. Sitzber. d. Wien. Akad. 1863. XLVII. p. 254. 256. 257. 260. 267. 268, — N. Jahrb. f. Min. 1863, 615.

Ferd. Zirkel, Mikroskopische Untersuchungen über die glasigen und halbglasigen Gesteine. Ztschr. d. Deutsch. geolog. Ges. XIX. 1867. 788. N. Jahrb. für Min. 1868, 486.

Ferd. Zirkel, Petrographische Untersuchungen über rhyolithische Gesteine der Taupo-Zone, Wien 1864. — N. Jahrb. f. Min. 1864, 632.
Ferd. Zirkel, Lehrbuch der Petrographie. Bonn 1866. I. 566.
Ferd. Zirkel, Geologische Skizzen von der Westküste Schottlands. Zeitschrift der Deutsch. geolog. Gesellsch. 1871. XXIII. 42. N. Jahrb. f. Min. 1871, 295. 414.
H. Vogelsang, Philosophie d. Geologie. Bonn 1867, 145.
Ch. E. Weiss, Beiträge zur Kenntniss der Feldspathbildung. Haarlem 1866. N. Jahrb. f. Min. 1867, 216.
Gerhard vom Rath, Geognostische Mittheilungen über die Euganäischen Berge bei Padua. Zeitschr. d. Deutsch. geolog. Ges. 1864. XVI. 502. 504.
A. von Lasaulx, Petrographische Studien an den Gesteinen der Auvergne. N. Jahrb. f. Min. 1872, 349.
H. Clifton Sorby, The microscopical structure of crystals. Quarterly Journal of the Geol. Soc. Nov. 1858. vol. XIV. 476.

Der Pechstein ist ein wasserhaltiges saures Silicatglas, welches meistens mit grosser Deutlichkeit Spuren der Entglasung erkennen lässt. Nach dem geologischen Vorkommen unterscheidet man ältere Felsitpechsteine und jüngere Trachytpechsteine und nimmt an, dass die einen bei krystallinischer Erstarrung zu Felsitporphyren, die anderen zu quarzhaltigen Trachyten geworden wären. Es scheint indessen, dass auch andere Gesteine einer pechsteinartigen Ausbildung fähig sind, wie man z. B. am Weisselberge bei St. Wendel einen Pechstein in innigster Beziehung zu dem Melaphyr findet. — Die Pechsteine beider Classen besitzen oft grössere Krystalleinsprenglinge und haben dann porphyrartige Structur. Die geologische Unterscheidung in Felsit- und Trachytpechsteine lässt sich auch mikroskopisch rechtfertigen. Denn obgleich im Handstück meistens nicht von einander zu unterscheiden, zeigen dennoch beiderlei Pechsteine in ihrer Mikrostructur einige in die Augen springende Unterschiede. Den bislang besprochenen sauren Silicatgesteinen steht der Trachytpechstein viel näher als der Felsitpechstein und so möge er auch zuerst beschrieben werden.

Die glasige Substanz desselben zeigt ausnahmslos eine starke Entwicklung krystallinischer Anfänge. Ganz in der gleichen Weise wie bei Obsidian und Perlit finden sich Ströme von Mikrolithen in verschiedensten Formen, oft durch parallele Anordnung Fluidalstructur hervorrufend, oft auch in regellosem Gewirr das Glas durchspickend. Trichite pflegen seltener zu sein als in Obsidianen und Perliten. Auch Dampfporen sind nicht in solcher Häufigkeit vorhanden, ja fehlen in manchen Vorkommnissen ganz. Ebenso wenig hat man bislang Flüssigkeitseinschlüsse in der eigentlichen Pechsteinmasse aufgefunden und wenn auch vereinzelt hie und da in den grösseren Krystallein-

sprenglingen Flüssigkeitseinschlüsse mit beweglicher Libelle entdeckt wurden, so kann man doch nicht daran denken, diese zur Erklärung des oft bedeutenden Wassergehaltes des Gesteins zu verwerthen; vielmehr ist auch bei den Pechsteinen das Wasser als chemisch gebunden anzusehen.

Ganz wunderbare und durchaus an organische Formen erinnernde Gebilde entstehen in manchen Pechsteinen durch eigenthümliche Aggregationen der mikrolithischen und trichitischen Entglasungsproducte. Das schönste Beispiel hiefür möchte unzweifelhaft der graugrünliche Pechstein von der Insel Arran sein. Derselbe enthält als grössere Mineralausscheidungen Quarz, Sanidin und Plagioklas, Magnetit und zierliche Hornblendesäulchen, welche sich meistens nach einer Richtung hin verjüngen, nach der entgegengesetzten wie abgebrochen aussehen. Um diese haben sich nun winzigste Gebilde, theils geradlinig mikrolithisch, theils krummlinig trichitisch gelagert, wie die Fahnen an einer Feder (siehe Figur 8, Tafel II), so dass ein solches Gebilde ganz federartig oder ährenähnlich aussieht. Zwischen diesen höchst zierlichen und anziehenden Gestalten findet man die glasige Pechsteinmasse getrübt, wie durch einen feinen Staub und bei Anwendung stärkerer Systeme löst sich dieser Staub in die deutlichsten Mikrolithen auf, welche theils einzeln, theils zwillingsartig verwachsen nach allen Richtungen kreuz und quer die Glasmasse durchspicken (siehe Fig. 9, Taf. II), — Gleichfalls durch reichlichste Mikrolithenbildung ausgezeichnet ist ein wachsglänzender, grünlich-gelber Trachytpechstein von Cattajo. An grösseren Krystalleinschlüssen führt derselbe neben Sanidin und Magnetit deutlich als solchen erkennbaren Angit, während in den anderen Pechsteinen im Allgemeinen vorwaltend Hornblende auftritt. Um diese Einsprenglinge ziehen sich die Mikrolithenströme ausweichend, sich stauend und knickend, und erzeugen so eine prägnante Fluidalstructur (siehe Fig. 10, Tafel II).

Die Krystalleinschlüsse der Pechsteine pflegen in derselben Weise wie die der Obsidiane und Perlite mehr oder weniger gestörte oder abgerundete Umrisse zu zeigen; nur die Quarze lassen hie und da eine deutlichere hexagonale Begrenzung beobachten (Arran). Sie, wie auch die Sanidine, enthalten oft reichliche und sehr deutliche Einschlüsse der Pechsteingrundmasse, nicht selten mit denselben Entglasungsproducten, die auch in der allgemeinen Gesteinsmasse liegen. Dabei sind sie oft von Rissen und Sprüngen durchsetzt, auf welchen die Pechsteinmasse eindrang und so die Krystallfragmente wieder verkittete. Den genannten Mineralien schliessen sich nach den Unter-

suchungen ZIRKEL's in einigen Trachytpechsteinen Islands noch Olivine an, jedenfalls auffallende Gäste in den sauren Gläsern.

Auch die Sphärolithe der Obsidiane und Perlite finden sich in den Trachytpechsteinen mancher Localitäten und zeigen dann oft die Erscheinung, dass das sonst tiefer gefärbte Pechsteinglas (dieses erweist sich viel seltener farblos durchsichtig, als das der Obsidiane und Perlite) um sie herum gebleicht ist, so dass sie eine Art hellen Hofes um sich haben. Sehr schön beobachtet man diese Erscheinung an einem bräunlichen Pechstein von Arran.

Ziemlich abweichende Verhältnisse lässt der schon erwähnte mit Melaphyr in Verbindung stehende Pechstein vom Weisselberge bei St. Wendel beobachten. In einer gelbbräunlichen, vollkommen amorphen Grundmasse liegen zahlreichste krystallinische Ausscheidungen (siehe Fig. 11, Taf. II), darunter in besonderer Menge ein trikliner Feldspath mit deutlicher Zwillingsstreifung. Allerdings sind dieselben oft so winzig, dass nur zwei Lamellen an einem Individuum auftreten, so dass man an Sanidin-Zwillinge denken würde, wenn nicht die polysynthetischen Individuen zur Aufklärung da wären. Daneben finden sich grünliche Augitsäulchen mit selten deutlicher polarer Endigung; vereinzelt trifft man auch grössere Individuen derselben Species, deren Spaltung und dichroitisches Verhalteu genau zur Bestimmung der Species führen kann; — endlich Magnetit in Körnern und Krystallen und nur sehr spärlich vereinzelte Mikrolithe. ZIRKEL fand überdies Olivin in den Dünnschliffen dieses Gesteines, welchen meine Präparate nicht zeigen. Interessant ist die Beobachtung von WEISS, der die Schliffe dieses Gesteins auch chemisch behandelte, dass der Plagioklas in denselben von kalter Salzsäure merklich angegriffen wird.

Sehr abweichend, besonders in den Mikrostructurverhältnissen der eigentlichen Glasmasse, erweisen sich die Felsitpechsteine, als deren bekannteste Vertreter die sächsischen von Meissen, Planitz, Zwickau genannt werden mögen. ZIRKEL fasst den wesentlichen Unterschied in die Worte zusammen, der Trachytpechstein sei mikrolithisch, der Felsitpechstein dagegen felsitisch entglast. Während also bei ersterem eine Ausbildung deutlicher mikroskopischer Indiyiduen eintrat, hätten sich bei letzterem kleinkörnige, mikrokrystallinische Aggregate gebildet, wie sie oft wesentlich die sogenannte Grundmasse der Quarzporphyre zusammensetzen. So durchaus zutreffend der erste Theil des citirten Satzes auch ist, so wäre eine solche Bezeichnung des Unterschiedes doch nur dann vollkommen berechtigt, wenn, wie ZIRKEL allerdings annimmt, die zweite Art der Entglasung ein primäres, mit der Gesteinserstarrung verknüpftes Phänomen wäre. In-

dessen will es mir wahrscheinlicher vorkommen, dieselbe sei eine secundäre Erscheinung und zwar die molekulare Fluidalstructur Vogelsang's. Man findet nämlich in der durchaus glasigen Grundmasse beispielsweise der Meissener Pechsteine gewöhnlich kaum eine Andeutung von eigentlichen Mikrolithen; statt derselben treten aber, grösstentheils streifig angeordnet, moosartige bis feinstens körnige Gebilde auf, welche als Krystallisationsanfänge angesehen werden können und welche oft durch diese streifige, bandartige Anordnung eine Massenfluidalstructur bedingen. Die Streifen pflegen nicht geradlinig, sondern leicht wellig bis stark gewunden zu verlaufen (siehe Figur 12, Tafel II) und stehen dann zu einander in ähnlichen Beziehungen, wie dieses bei den concentrischen Schalen der Perlitkügelchen beschrieben wurde, so zwar, dass man bisweilen einen Perlit, nicht einen Pechstein zu beobachten glaubt. Sehr oft gelingt es nun, sich vollkommen davon zu überzeugen, dass diese Bänder verworren fasriger bis feinstens punktirter Substanzen in ihrer Mitte einen capillaren Riss haben, um welchen sie sich beiderseits bildeten. Es dürfte also nicht unwahrscheinlich sein, dass die genannten Krystallisationsanfänge in causaler Beziehung zu diesen Capillarspalten stehen und secundär, sei es durch Infiltration fremder Substanz, sei es durch molekulare Umwandlung des Pechsteinglases selbst vermittelst der auf solchen capillaren Spalten circulirenden Flüssigkeiten entstanden seien. Ja es will scheinen, als ob überhaupt erst in Folge solcher secundären Einwirkungen die Capillarspalten sichtbar würden und dass also oft da, wo man die Spalte nicht deutlich erkennt, die corrodirende und umbildende Kraft des Wassers noch nicht kräftig genug auf dieselbe gewirkt hat. — Uebrigens ist es mir bisher noch nicht gelungen, diese feinst punktirten Partieen auch durch die stärksten mir zu Gebote stehenden Systeme aufzulösen; auf ihre optischen Eigenschaften im Stauromikroskop geprüft, erweisen sie sich in weitaus den meisten Fällen ohne allen Einfluss auf die Interferenzfigur der Calcitplatte, woran wohl ihre überaus winzigen Dimensionen die Schuld tragen. — Uebrigens finden sich auch inmitten des eigentlichen unveränderten Pechsteinglases rundliche, elliptische, keulenförmige und unregelmässig gestaltete Gebilde, welche äusserlich auf den ersten Blick ganz mit den soeben beschriebenen übereinstimmen. Dieselben zeigen oft Polarisationserscheinungen, welche denen der Sphärolithe ähneln, ja es gelang die bekannten Complementärkreuze der Sphaerolithe an ihnen einige Male zu beobachten. Doch sind diese optischen Phänomene niemals von der Präcision, wie bei den eigentlichen Sphaerolithen und nur selten ist mit Evidenz eine radialstrahlige Structur

an diesen Körperchen zu entdecken. Dieselbe geht durch alle Zwischenstufen ganz in die feinkörnige bis verworrenfasrige Structur der oben beschriebenen, an die Capillarspalten gebundenen Entglasungsproducte über. Ich möchte daher in diesen isolirten rundlichen bis keulenförmigen Einschlüssen molekular veränderte Sphaerolithe sehen, und wenn auch eine Beziehung zu Capillarspalten bei ihnen nicht stets erkenntlich ist, so spricht dennoch die ganze Erscheinung dafür, dass auch sie der chemischen Thätigkeit der Gebirgsfeuchtigkeit ihre jetzige Gestalt verdanken.

Die grösseren krystallinischen Einschlüsse der Felsitgesteine sind besonders Sanidin und Plagioklas mit allen Eigenschaften der im Trachytpechstein beschriebenen. Interessant ist es, dass Weiss bei der optischen Untersuchung der Sanidine aus den Pechsteinen von Arran, Meissen, Spechtshausen und Planitz fand, dass dieselben allerdings deutliche Gluthspuren tragen, aber doch nicht derartige, dass man daraus auf eine so hohe Temperatur schliessen dürfte, wie sie oft für die Entstehung dieser Gesteine angenommen wird. — Neben den Feldspathen sind es Quarze, oft deutlich hexagonal umgrenzt und mit prächtigen glasigen und körnig entglasten Einschlüssen, sowie schmutziggrüner Biotit, welche am constantesten auftreten; — Magnetit hie und da; ebenso kleine Täfelchen, welche an Hämatit erinnern und stellenweise an die den Capillarspalten folgenden Streifen gebunden scheinen. Doch fand Vogelsang, dass diese Täfelchen selbst bei längerer Einwirkung von Salzsäure nicht gelöst werden und schliesst mit Recht daraus, dass sie wohl kein Hämatit sein dürften; möglicherweise gehören auch sie dem Glimmer an. — Grünliche, lange prismatische Kryställchen, welche auf ein Amphibol- oder Pyroxen-Mineral gedeutet werden müssen, sind selten und dann meistens so mangelhaft entwickelt, dass sich nur in wenigen Fällen aus morphologischen und optischen Eigenschaften eine Bestimmung derselben nach ihrer Species als thunlich erweist.

Höchst interessant sind die Beobachtungen, welche Zirkel beim Aetzen feiner Splitter eines Felsitpechsteins von Meissen mit wässriger Fluorwasserstoffsäure machte. In dem vor dem Aetzen durchaus einschlussfreien Splitter zeigten sich nach der Einwirkung der Säure, wenn man das Blättchen zerdrückte, deutliche Krystallisationen und zwar zweierlei wohl zu unterscheidende Formen: lange prismatische Kryställchen, wie sie auch sonst wohl im Gestein eingewachsen vorkommen und sechsseitige Gebilde, deren Seiten selten im Gleichgewicht waren, sondern gewöhnlich vier kleinere gegenüber zwei längeren erkennen liessen. Bei Anwendung starker (1000) Vergrösserung liessen

diese winzigen, anscheinend hexagonalen Gebilde zwischen gekreuzten Nicols sehr zarte NEWTON'sche Farbenringe erkennen, die von einem rechtwinkligen, schwarzen Kreuz durchzogen waren. Ueber die Natur dieser Körperchen versuchte ZIRKEL keine Vermuthung aufzustellen. — Ganz analoge Nadeln und sechsseitige tafelförmige Krystalle erscheinen nach dem Behandeln mit Fluorwasserstoffsäure auch in dem Bouteillenstein von Moldauthein bei Budweiss, der zu dem Obsidian gerechnet wird.

5. Hyalomelan.

Literatur.

FERD. ZIRKEL, Mikroskopische Gesteinsstudien. Sitzber. d. Wien. Akad. 1863. XLVII. pag. 259.

H. FISCHER, Kritische mikroskop.-mineral. Studien. Freiburg i. Br. 1869, 30.

H. MÖHL, Die Gesteine (Tachylyt, Basalt und Dolerit) der Sababurg in Hessen. — Referat im N. Jahrb. f. Min. 1871, 885.

H. ROSENBUSCH, Petrographische Studien an den Gesteinen des Kaiserstuhls. N. Jahrb. f. Min. 1872, 147 sqq.

Genau ebenso, wie die sauren gemengten Silicatgesteine in den Obsidianen, Bimssteinen, Perliten und Pechsteinen eine glasige Ausbildung erfahren haben, finden sich auch die basischen gemengten Silicatgesteine hie und da in hyalin-amorpher Entwicklung. Indessen ist es ein charakteristischer Unterschied der sauren und basischen Gläser, dass die ersteren in mächtiger Ausdehnung als selbstständige Gebirgsglieder auftreten, die letzteren dagegen fast nur in untergeordneten, accessorischen Bestandmassen der entsprechenden krystallinischen Gesteine, oft nachweisbar an deren Contactzonen vorkommen. Man hat dieselben an verschiedenen Fundorten mit verschiedenen Namen als Tachylyt, Hydrotachylyt, Hyalomelan, dichter oder schlackiger Augit belegt und so ist allmählig eine grosse Verwirrung in dieser Familie von Mineralkörpern eingerissen, die noch dadurch vermehrt wird, dass mancherlei Substanzen unter diesem Namen cursiren, die nichts weniger als hyalin-amorph, vielmehr vollkommen krystallinisch sind. Der Name Tachylyt wurde von BREITHAUPT für das am Säsebühl bei Dransfeld gefundene, in Salzsäure sehr leicht lösliche basische Glas und der Name Hyalomelan von HAUSMANN für ein physikalisch ganz analoges, chemisch etwas anders zusammengesetztes, in Salzsäure weniger leicht lösliches basisches Glas von Bobenhausen im Vogelsgebirge eingeführt, während man als schlackige Augite die in Säuren unlöslichen, verwandten Substanzen bezeichnet hat. Sicherlich sind alle diese Körper ebensowenig vollberechtigte Mineralspecies, wie die Obsidiane etc. Will man sie indessen als solche weiter führen, so

dürfte es sich empfehlen, die nur scheinbar amorphen, hieher gezählten Substanzen ein für allemal auszuscheiden und die restirenden Körper in zwei Species zu trennen: in die durch Säuren unlöslichen basischen Gläser, wofür der Name Hyalomelan verwendet werden mag und in die durch Säure mehr oder weniger leicht löslichen Tachylyte.

Die Hyalomelane sind meistens braune bis schwarze, muschlig brechende, glas- bis fettglänzende, amorphe Substanzen, deren chemischer Bestand in gewissen Grenzen schwankt, wie dieses bei derartigen glasigen Erstarrungsproducten gemengter Silicatgesteine nicht anders zu erwarten ist. Ihr Kieselsäuregehalt steigt nicht über 57%, Eisen, Kalk und Magnesia herrschen vor gegenüber den Alkalien, welche in den sauren Gläsern stärker vertreten sind. Ein Wassergehalt ist nicht constant; während er in einigen (Ostheim) ganz fehlt, steigt er in anderen (Sababurg) bis zu 2,2%. Wie schon gesagt, werden die Hyalomelane von Salzsäure nicht angegriffen nnd stehen dadurch den sauren hyalinen Silicatmassen näher. Die Mikrostructur derselben ist trotz manchem Gemeinschaftlichen eine nach den Fundorten sehr verschiedene.

Als den typischen Vertreter dieser Gruppe kann man den „dichten oder schlackigen Augit“ von Ostheim in der Wetterau ansehen. Derselbe bildet unregelmässige Knollen und kuglige Massen im Basalt; er besitzt oft eine weisslich graue, dünne Verwitterungsrinde; auf Klüften und oberflächlich in Hohlräumen findet sich eine bolartige, bräunliche Substanz, welche wohl auch ein Zersetzungsproduct des Hyalomelan ist. Im auffallenden Lichte zeigt die glas- bis fettglänzende Masse olivengrüne oder bräunliche Farbe; im durchfallenden Lichte ist sie gelbbraun bis braunroth und erweist sich im Stauromikroskop als eine durchaus homogene und absolut hyaline Substanz. Von mikrolithischer oder anderer Entglasung ist nichts zu beobachten. Nur seitlich von Capillarspalten hat sich die Farbe gelichtet und hier finden sich stellenweise Zersetzungs- und Infiltrationsproducte, welche eine gewisse Aehnlichkeit mit denen im Porphyrpechstein haben und hier in einzelnen Fällen ein schwaches Aufbrausen bei Betupfung des Schliffes mit Säuren bedingen. In sehr spärlichen Reihen ziehen sich winzigste dunkle Pünktchen durch die Glasmasse, welche bei Anwendung starker Systeme als Gasporen erkannt werden. Ebenfalls nur sehr vereinzelt finden sich in manchen Präparaten ächte Sphaerolithe, aber ohne centralen fremden Kern, die meistens schon im gewöhnlichen Lichte durch hellere Farben aus dem dunkelbraunen Hyalomelanglase hervorleuchten. — Scheinbar ähnliche, aber offenbar secundäre Gebilde finden sich häufiger an Erweiterungen

der Capillarspalten. Diese brausen mit Salzsäure, die ächten Sphärolithe dagegen nicht. — Auch grössere Mineraleinschlüsse werden nicht beobachtet. Heisse Salzsäure oder Schwefelsäure entzieht den Schliffen wohl etwas Eisen, lässt sie aber sonst durchaus unverändert.

Noch widerstandsfähiger gegen Säuren zeigt sich der sog. schlackige Augit von der Sababurg im Rheinhardswalde in Hessen, mit blauschwarzer Farbe und starkem Glasglanz (MÖHL's Tachylyt). Nur mit grossen Schwierigkeiten sind durchsichtige Schliffe zu erhalten, erst in feinsten Häutchen werden sie tiefbraun durchscheinend. Die dunklen Farben charakterisiren alle basischen Gläser gegenüber den sauren und rühren offenbar von dem hohen Eisengehalt her. Das mikroskopische Studium der Dünnschliffe gelingt am besten bei intensivem Lampenlicht. Grössere Mineraleinschlüsse fehlen mit Ausnahme sehr vereinzelter Plagioklase und höchst spärlicher Apatitnädelchen gänzlich; ja in den meisten Schliffen ist auch nicht die Spur eines krystallinischen Einschlusses wahrzunehmen. Grosse Dampfporen treten ebenfalls nur sehr vereinzelt auf. Ob auch zahlreiche dunkle Pünktchen, welche bei keiner Beleuchtung und keiner Vergrösserung untersuchbar wurden, als winzigste Dampfporen, oder aber ob sie als Magnetite zu deuten seien, muss dahin gestellt bleiben. Farblose rundliche Stellen im tiefbraunen Glase sehen fast aus wie Sphaerolithe; aber sie haben nicht die radialfasrige Structur derselben, sondern zeigen im polarisirten Lichte eine kleinstkörnige Aggregatpolarisation.

Während man die genannten Hyalomelane mit den reinglasigen Obsidianen vergleichen könnte, würde ein Hyalomelanvorkommniss von ‚Mainzer Eichen" (eine solche Localität liegt NO. von Darmstadt bei Urberach) dem porphyrartigen Obsidian zu parallelisiren sein. Doch ist zu bemerken, dass dieser Fundort Mainzer Eichen sehr problematisch ist. Was als Tachylyt oder Hyalomelan von Mainzer Eichen z. B. von ZIRKEL beschrieben wird, ist etwas ganz anderes, als das, was hier als von diesem Fundort herrührend bezeichnet ist. Ich hatte Gelegenheit, „Hyalomelane von Mainzer Eichen" aus zwei verschiedenen Mineralsammlungen zu untersuchen und fand sie durchaus identisch; sie sind das Object der folgenden Beschreibung. Ueber das Vorkommen selbst habe ich nirgends eine Notiz gefunden; die von mir untersuchten sind unregelmässige Knollen, zeigen eine graulichweisse Verwitterungsrinde und sehen auf frischem Bruche viel weniger glasig aus, als die Hyalomelane von Ostheim und der Sababurg. — In einer lichtgelblichbraunen, durchaus hyalinen Grundmasse, welche

keinerlei mikrolithische oder andere Entglasungsproducte zeigt (siehe Figur 13, Tafel III) liegen in grosser Menge bei gewöhnlichem Lichte farblose, im polarisirten lebhaft farbige, wohl charakterisirte Olivinkrystalle und -körner von auffallender Frische. Sie führen oft zahlreiche Interpositionen des Muttermagmas ohne oder mit fixen Bläschen. Daneben finden sich weit spärlicher schmale Plagioklasleisten mit hübscher Zwillingsstreifung und den gleichen Einschlüssen, wie der Olivin. Die einzelnen Lamellen dieser Plagioklase berühren sich meistens nicht unmittelbar, sondern sind durch eine sehr feine Lage von Hyalomelansubstanz von einander getrennt. Magnetitkörner und Concretionen finden sich nur sparsam in diesem Hyalomelan und haben sich dann oft in continuirlichen Zonen um die genannten krystallinischen Ausscheidungen gruppirt. — Eine grosse Aehnlichkeit mit diesem Hyalomelan von Mainzer Eichen zeigt ein von MÖHL (l. c.) als Tachylyt von Böddiger, 4 Stunden SSW. von Cassel, beschriebenes Vorkommniss, so dass die von ihm gegebene Abbildung genau für den Hyalomelan von Mainzer Eichen gelten könnte. Doch nennt er unter den Krystalleinschlüssen den Plagioklas nicht, sondern statt dessen den Augit. Ueber das chemische Verhalten gegen Säure ist nichts angegeben und so möge er vorläufig hier wegen der erwähnten Aehnlichkeit seinen Platz finden. Eine gewisse Analogie in dem mikroskopischen Habitus dieser beiden Substanzen mit dem Pechstein vom Weisselberge bei St. Wendel lässt sich nicht verkennen.

Aehnliche Substanzen werden noch von anderen Localitäten erwähnt, so aus den Cevennen, wo sie in Basalt und von Giuliana in Sicilien, wo sie in Laven vorkommen sollen. Genauere Nachrichten, zumal mikroskopische Untersuchungen über diese Vorkommnisse sind mir nicht bekannt. — Zu denjenigen Körpern, welche irrthümlich unter den Hyalomelanen aufgeführt werden, gehört unter andern der sogenannte schlackige Augit von Maar bei Lauterberg im Vogelsgebirge, welchen ich als Olivin nachgewiesen habe und an ebenso genanntes Vorkommniss vom Schiffenberge bei Giessen. Dasselbe erwies sich nach optischer und chemischer Untersuchung als wirklicher normaler, optisch zweiaxiger Augit. Da indessen MÖHL von demselben Fundorte eine hyalomelanartige Substanz beschreibt, so scheinen mehrere grundverschiedene Dinge als Tachylyte oder Hyalomelane vom Schiffenberge in den Sammlungen zu liegen.

Ganz auffallend ist die Aehnlichkeit, welche der Wichtisit und Sordawalit (cf. H. FISCHER, l. c. 13 sq.) mit den einschlussfreien Hyalomelanen erkennen lassen, zumal mit dem Vorkommen von der Sababurg, so dass ich geneigt bin, diese beiden Substanzen hieher zu

stellen, um so mehr, da die Angaben über die geologischen Verhältnisse ihres Auftretens dem nicht nur nicht widersprechen, sondern es sogar bei ihnen einigermassen wahrscheinlich machen, dass man es mit glasig erstarrten Schmelzflüssen zu thun habe.

6. Tachylyt.

Literatur.

Ferd. Zirkel, Mikroskop. Untersuch. über die glasigen und halbglasigen Gesteine. Zeitschrift der Deutsch. geol. Ges. 1867, XIX. 778.

Ferd. Zirkel, Untersuchungen über die mikroskopische Zusammensetzung und Structur d. Basaltgesteine. Bonn 1870, 102. 182.

H. Fischer, Kritische, mikroskop.-mineralogische Studien. Freiburg i. B. 1869, 30.

Fr. Sandberger, Tachylyt vom Säsebühl. N. Jahrb. f. Min. 1871, 622.

H. Möhl, Die Gesteine der Sababurg in Hessen. — Referat N. Jahrb. f. Min. 1871, 885.

H. Rosenbusch, Petrograph. Studien an den Gesteinen des Kaiserstuhls. N. Jahrb. f. Min. 1872, 142 sqq.

H. Rosenbusch, Der Hydrotachylyt vom Rossberge bei Rossdorf. N. Jahrb. für Min. 1872, 614.

Unter Tachylyt sollen also, wie der Name sagt, die mehr oder weniger leicht löslichen, basischen, hyalinen Silicate zusammengefasst werden, welche bei krystallinischer Erstarrung ein basaltisches Gestein gegeben haben würden. Dieselben haben sowohl morphologisch, wie nach ihrer chemischen Constitution eine nicht zu verkennende Verwandtschaft mit den Hyalomelanen. Der Wassergehalt, welchen die verschiedenen Analytiker in diesen Substanzen gefunden haben, ist sehr wechselnd, doch fehlt er nirgends. Die Mikrostructur derselben lässt in gleicher Weise manche Verschiedenheiten bei den einzelnen Vorkommnissen erkennen, wie dieses auch bei den Hyalomelanen der Fall war.

Als Prototyp derselben muss wohl der Tachylyt vom Säsebühl bei Dransfeld angesehen werden. Derselbe wird im Dünnschliff licht kaffeebraun durchsichtig und man nimmt sofort grössere Einschlüsse von Augitkrystallen und Magnetiten mit scharfen Umrissen wahr. Neben diesen finden sich stellenweise in grossen Mengen zusammengehäuft eigenthümliche mikrolithische Gebilde, während andere Stellen der Dünnschliffe absolut frei von ihnen sind. Dieselben sind z. Th. ziemlich gross, langprismatisch und nach ihrem optischen Verhalten, sowie nach ihrer Farbe und ihren Formen spricht man sie unschwer für Augite an. In weit grösserer Anzahl dagegen trifft man noch kleinere, erst bei starker Vergrösserung deutlich zu beobachtende Mikrolithe und Mikrolithenaggregate. Im einfachsten Falle, der aber

zu den selteneren gehört, sind es selbst bei starker Vergrösserung einfache kurze, nach einem Ende hin sich verjüngende Nadeln; dann kurzprismatische Kryställchen, die nach zwei Seiten zackig werden und an jeder Zacke wieder feine seitliche Ansätze tragen, die wie ein Federbart aussehen. Endlich aggregiren sich die einfachen Nadeln zu sternförmigen Gruppen und auch bei den kurzprismatischen, zackig ausgeschnittenen und mit Fahnen versehenen Mikrolithen findet sich stellenweise eine geneigt kreuzartige Verwachsung zweier, wie nach einem Zwillingsgesetze. Dabei ist rings um jeden dieser Mikrolithe die braune Tachylytsubstanz wie gebleicht, so dass es aussieht, als sei durch die kleinen Gebilde dem Glase ein Pigment entzogen. MÖHL hat die undurchsichtigen dieser kleinen Gebilde auf Titaneisen gedeutet und erwähnt ferner Apatitnadeln und seltene winzige Dampfporen als Einschlüsse. So lange die Mikrolithe und ihre Concretionen durchsichtig waren, fand ich sie heller gefärbt, als die Tachylytsubstanz und stets doppelt brechend.

Der Tachylyt von Bobenhausen zeigt sich einigermassen verschieden von dem Säsebühler. Die Farbe ist tiefer braun; von grösseren Krystalleinschlüssen finden sich vorwiegend Olivin, daneben deutliche Plagioklasleisten und Augite in wechselnden Dimensionen bis hinab zu mikrolithischer Ausbildung. Die Olivine schliessen Picotit und Glaspartikeln ein; letztere finden sich auch im Plagioklas und im Augit. Eigentliche Mikrolithe sind seltener und nie in solchen Schwärmen, wie im Tachylyt von Säsebühl (siehe Figur 14, Tafel III). Magnetit fehlt in den von mir beobachteten Schliffen gänzlich. Die schwarzen Partieen der Zeichnung, welche theils einzeln in der Tachylytmasse liegen, theils sich mit Vorliebe um die krystallinischen Einschlüsse gruppiren, sind nicht etwa Magnetit, sondern ganz eigenthümliche concretionäre Gebilde, welche nur in sehr dünnen Schliffen und bei stärksten Vergrösserungen sich auflösen. Alsdann aber erscheinen sie nach manchen Richtungen analog den ährenartigen und farrenkrautwedelähnlichen Gebilden im Pechstein von der Insel Arran. Sie bestehen aus winzigsten Körnchen und Keilen, die sich um eine Axe in spiraler Verjüngung gruppirt haben, wobei die Axe dieser sich verengenden Spirale nach der Spitze hin gebogen zu sein pflegt. Doch ist diese Axe hier nicht, wie bei den Einschlüssen im Pechstein von Arran ein fremder Körper, sondern eine imaginäre Linie. Mehrere dieser Concretionen gruppiren sich dann engstens zusammen und erscheinen als dunkler Putzen im braunen Glase. Von dem Magneteisen unterscheiden sie sich leicht durch den Mangel des Metallglanzes, auch wo sie nicht durchscheinend geworden

sind. Stets liegen die kleinen Wedel mit ihrer stumpfen Basis aneinander und kehren die Spitzen ihrer Spiralen nach aussen, so dass das ganze Gebilde fein gefranste Ränder hat. Um sie herum findet sich bei den Schliffen der meisten Handstücke regelmässig ein Hof von hellerer Glasmasse; doch fand ich auch solche, bei denen kein heller Hof diese Concretionen umsäumt, und nach dem Schliff eines solchen wurde die Zeichnung angefertigt. Ganz ähnlich wie in den Hyalomelanen der Sababurg finden sich auch hier mitten in der braunen Glasmasse rundliche helle bis farblose Partieen; doch liess sie das Stauromikroskop stets als amorph erkennen.

Genau übereinstimmend mit dem Tachylyt von Bobenhausen fand ich einen solchen von Alsfeld im Vogelsgebirge, nur sind die oben beschriebenen, farrenkrautähnlichen Gebilde noch zarter und zierlicher und im Ganzen wegen hellerer Farbe der Tachylytmasse besser wahrzunehmen. Die Mikrostructur dieses Vorkommens passt gänzlich zu der Beschreibung des Tachylyts von Mainzer Eichen bei ZIRKEL (Basaltgesteine 184) und des Tachylyts von Gethürms bei Angerod (eine Stunde W. von Alsfeld), welche MÖHL mittheilt.

Einer der interessantesten Tachylyte ist der von Czertochin in Böhmen; derselbe besteht aus einem bei durchfallendem Lichte graugrünlichen Glase, in welchem prächtige Reihen von winzigen Dampfporen liegen, denen hie und da eine grössere untermengt ist. Dieselben sind sehr genau in Streifen geordnet, welche auf bedeutende Entfernungen hin streng parallel laufen, dann aber auch hie und da mit einander anastomosiren (siehe Fig. 15, Tafel III). In Salzsäure löst sich dieser Tachylyt sehr rasch und vollständig schon in der Kälte auf.

Tachylytische Substanzen werden auch sonst noch von einzelnen Fundorten erwähnt, so vom Hellegrund bei Münden, von der blauen Kuppe bei Eschwege und vom Hopfenberg bei Schwarzenfels. Doch liegen, so weit meine Literaturkenntniss reicht, keinerlei exakte Mittheilungen über Löslichkeit oder Unlöslichkeit dieser Körper vor.

Sehr nahe verwandt mit dem Tachylyt ist der von PETERSEN* im Jahre 1868 beschriebene und analysirte Hydrotachylyt vom Rossberge bei Rossdorf (Darmstadt), wenn gleich er sich davon durch etwas geringere Eigenschwere und Härte und etwas abweichende chemische Constitution, so zumal durch sehr hohen Wasser- und kleinen Kalkgehalt unterscheidet. Im Dünnschliff wird derselbe rothgelb bis braungelb durchsichtig, die Farbenintensität wechselt in unregelmässigen

---

* N. Jahrb. f. Min. 1869, 32 sqq.

Fleken und geht stellenweise fast ins Farblose über. Krystallinische Ausscheidungen, sowie die concretionären Gebilde anderer Tachylyte fehlen. Nur gegen die Grenze hin, wo der Hydrotachylyt mit dem Nephelinbasalt verwachsen ist, findet man scheinbar prismatische Krystalloide (siehe Fig. 16, Tafel III), welche sich aber bei stärkeren Vergrösserungen in parallelfasrige Aggregate feinster Nädelchen und Hörnchen auflösen, die seitlich sich oft gerstenährenartig ausfasern. Neben diesen finden sich oft polarisirende weissliche Säulchen und Körner, die durch die Lebhaftigkeit ihrer Farbenerscheinungen fast an Quarz erinnern. Magnetit fehlt gänzlich. Als Zersetzungsproduct erscheint hie und da kohlensaurer Kalk. Auffallend ist es, dass der Hydrotachylyt nach der Gesteinsgrenze hin, wo die Mikrolithe sich häufen, eine deutliche Aggregatpolarisation zeigt, welche auf eine krystallinische, divergentstrahlige Structur schliessen lässt, so dass es also scheint, dass hier in der festen Masse eine Molekularumlagerung stattgefunden hat.

Zirkel stiess bei seinen Untersuchungen über glasige und halbglasige Gesteine auf einen „Perlit von Monte Glosso“ in den Euganeen, den er wegen der Aehnlichkeit seiner Mikrostructur mit der des Tachylyts von Bobenhausen und wegen seiner Löslichkeit in Salzsäure aus der Reihe der Perlite strich und mit Recht zu den Tachylyten stellte. Dasselbe Gestein, aber unter anderer Etiquette („blauer Pechstein von Marostica“), wurde von Fischer und nachher von mir untersucht und ich war im Stande Zirkel's Vermuthung, beiderlei Sachen seien identisch, zu bestätigen. Die Mikrostructur dieses Gesteins ist durchaus dieselbe, wie die des Bobenhauser Tachylyts und bedarf daher keiner weiteren Beschreibung. — Von grösseren Mineraleinschlüssen gab Zirkel hexagonale Apatitnadeln an; auch die Schliffe, welche mir vorliegen, zeigen solche hexagonale Durchschnitte, oft noch mit einer centralen Axe von undurchsichtiger (veränderter Glas-) Substanz. Daneben finden sich Augite in zahlreichen grossen Individuen, während Mikrolithe im eigentlichen Sinne des Worts fehlen. Ganz eigenthümlich aber ist es, dass dieser Tachylyt eine deutliche Perlitstructur* zeigt. Genau dieselben concentrischen, offenen und übereinandergreifenden Kurven hier, wie bei den eigentlichen Perliten, ja um die Analogie mit den eigentlichen Perliten vollständig zu machen, fehlen auch hier nicht sphaerolithartige Gebilde, die sich als wasserhell deutlich aus dem braunen Glase hervorheben.

---

* Meine Angabe, dieselbe sei zwar makroskopisch deutlich, aber mikroskopisch nicht erkennbar, muss ich auf Grund von Beobachtungen an neueren Schliffen widerrufen und Zirkel's Beschreibung durchaus bestätigen.

Es ist gewiss eine höchst interessante Thatsache, dass sich auch die den sauren Silicatgläsern bis dahin einzig eigenthümliche Perlitstructur an einem basischen Glase wiederfindet.

7. Palagonit.

Literatur.

H. Fischer, Kritische, mikroskopisch-mineralogische Studien. Freiburg i. Br. 1869, 27.

H. Rosenbusch, Petrographische Studien an den Gesteinen des Kaiserstuhls. N. Jahrb. f. Min. 1872, 152.

Der Palagonit ist ein wasserreiches, basisches, hyalines Silicat, welches meistens als Bestandtheil von vulkanischen Tuffen in körniger Form auftritt, dann aber auch an einzelnen Punkten der Erde als selbstständige Gebirgsart vorkommt. Die Fundorte dieser letzen Ausbildung sind Seljadalr und Hammersfjord auf Island, Djampang Kulon auf Java, James Island, eine der Gallopagos-Inseln, und Palagonia in Sicilien. In der Form eines untergeordneten Bestandtheiles verschiedenartig zusammengesetzter Tuffe ist der Palagonit von vielen vulkanischen Gebieten Europas bekannt. Als die typischen Repräsentanten der reinen Palagonitmasse sind die Substanzen von Island und Java anzusehen. Ein Dünnschliff des Palagonits von Seljadalr zeigt zahlreiche, unregelmässig begrenzte Durchschnitte von eckigen Körnchen und grösseren Brocken (siehe Figur 17, Tafel III), die bei ledergelber bis gelbbrauner Farbe durchaus glasig und indifferent gegen polarisirtes Licht sind. Um dieselben winden sich schmalere oder breitere Bänder einer rothgelben bis morgenrothen Substanz, gewissermassen Maschen bildend, welche von den zuerst erwähnten Partieen ausgefüllt werden. Diese Ränder lassen in den meisten Fällen ebenfalls keinerlei Wirkung auf polarisirtes Licht beobachten; trotzdem machen sie nicht den einheitlichen Eindruck der eckigen Glaskörner, sondern lassen denn auch an manchen Stellen bei starken Vergrösserungen eine körnige, selten fasrige Structur erkennen und sind dann auch doppeltbrechend; doch ist die Aggregatpolarisation meistens kaum zu bemerken. Die ledergelben bis braunen Glaskörner und die helleren, theils amorphen, theils kryptokrystallinischen Bänder sind an einigen Stellen durch einen opaken, ziemlich scharfen Rand gegen einander abgegrenzt, oft aber auch gehen sie allmählig in einander über und durchdringen sich in der mannigfachsten Weise. Auch tritt die hellere Bandsubstanz in rundlich-elliptischen Formen innerhalb der dunkleren Glasfetzen auf und umschliesst dann manchmal einen opaken Kern, der bei sehr

dünnen Schliffen durchscheinend wird und eine radialsfasrige Structur zeigt. Dieselben opaken Kerne liegen auch sonst in den helleren Streifen, zumal da, wo das dunklere Glas mehr zurücktritt, und haben dieselbe radialfasrige Structur, indem von einem Centrum aus sich zahlreiche, haarförmige oft krummlinige Fasern durch eine fast wasserhelle Substanz verbreiten. Wo die hellrothen Bänder breiter werden und zu ausgedehnteren Partieen zusammenfliessen, da findet man in ihrer Mitte durchaus wasserhelle Stellen, die oft deutliche, an Zeolithe erinnernde, radialfasrige Aggregatpolarisation zeigen, an andern Stellen aber sich zwischen gekreuzten Nicols wie isotrope Substanzen verhalten. Bedient man sich indessen zur Untersuchung der optischen Eigenschaften dieser wasserhellen Stellen des Stauromikroskops, so bemerkt man unschwer, dass sie, wenn auch schwach, doppeltbrechend sind.

Die ledergelben Glasfetzen enthalten oft zahlreiche Mikrolithe und Concretionen derselben. Einzelne sind wasserhell und lassen die Streifung der triklinen Feldspathe mit Deutlichkeit wahrnehmen. Daneben finden sich lang prismatische und sehr vereinzelt pyramidale Formen, deren Deutung auf irgend eine Mineralspecies willkürlich sein würde. Gasporen sind ebenfalls häufig, rundlich bis elliptisch. Um die Ränder dieser Poren ist die Glasmasse meistens opak geworden und zeigt die gleiche Beschaffenheit, wie der Grenzrand zwischen den dunkleren Glasfetzen und den helleren Bändern. Dann aber auch erscheinen die Poren mit einer opaken festen Substanz ausgefüllt und es zeigen sich alle Uebergänge aus eigentlichen Luftporen zu den oben erwähnten, durch die ganze Palagonitmasse zerstreuten Kernen. — Dass die hellere Bandsubstanz nur ein Umbildungsproduct der braungelben bis ledergelben Glaskörner ist, zeigt sich deutlich darin, dass die Mikrolithe der letzteren nicht selten in die erste hinüberragen. Auch die wasserhellen, zeolithartigen Stellen dürften nichts anderes sein, als ein in einem weiteren Stadium der Umwandlung begriffenes Zersetzungsproduct der vollkommen hyalinen Körner.

Nur selten enthalten die Dünnschliffe des Seljadalr dichten Palagonitgesteins kleine Brocken eines fremden, schwarzen Gesteines als Einschlüsse, in denen wegen Undurchsichtigkeit nichts zu erkennen ist, als einzelne Plagioklasleisten. Ebenso selten liegt ein Olivinfragment im Palagonit eingebacken. — Ausserordentlich auffallend ist bei einer so basischen Substanz, wie der Palagonit, der gänzliche Mangel des Magneteisens; eine Eigenthümlichkeit, welche das Seljadalr Vorkommniss mit allen übrigen gemeinsam hat. — Mit verdünnter Salzsäure behandelt lösen sich die hellere Bändersubstanz und

die wasserhellen Stellen ungemein rasch, die eigentlichen hyalinen, ledergelben Partien langsamer, aber auch vollständig und nur die Mikrolithe und fremden Einschlüsse schwimmen schliesslich in der Lösung.

Durchaus analog dem Seljadalr Palagonit ist ein solcher von Vidoe, einer der Far-Oer und ein anderer von Djampang-Kulon in Java; nur sind sie entschieden frischer, weniger verändert, und daher überwiegen bei ihnen die absolut glasigen ledergelben Körner und Brocken, welche hier auch fast absolut mikrolithenfrei sind.

Etwas abweichend sind die Mikrostructurverhältnisse des Palagonit von James Island. Die unveränderten Glaskörner sind mit rother Farbe durchsichtig und so grossporig, dass keine geschlossene Pore im Schliffe mehr zu beobachten ist, da sie bei der nöthigen Dünne des Präparats sämmtlich durchschnitten sind. Mikroskopische Plagioklase sind nicht selten, ganz vorwiegend aber begegnet man dem Olivin, theils in Fragmenten und Krystallen im Palagonitglase eingewachsen, theils selbstständig, aber dann stets in Bruchstücken, durch die Gesteinsmasse zerstreut. Eigentliche Mikrolithe fehlen und die mikroskopischen Kryställchen von Plagioklas ragen niemals über den Rand der Glaskörner hinaus, in welchen sie liegen. Die Verwitterungsbänder der Isländischen Palagonite fehlen hier; die rothen Palagonitkörner sind unmittelbar durch eine doppeltbrechende, farblose, zeolithische Substanz verkittet. Eingeschlossene Brocken fremder Gesteine finden sich auch hier, wie im Isländischen Vorkommen; andrerseits fehlt der Magnetit, wie dort, so auch hier.

Die sicilianischen Palagonite, von denen die von Aci Reale und Militello untersucht wurden, bestehen aus den gleichen ledergelben Glaskörnern, wie der Palagonit von Seljadalr; sie haben genau dieselbe Mikrostructur und werden von analogen, hier graugrünlich gefärbten Zersetzungszonen umgeben. Die Ausfüllungsmasse mancher grösseren Poren lässt indessen hier nicht eine radialfasrige, sondern concentrisch-schalige Structur wahrnehmen und erinnert an die Delessite der Melaphyre. Krystallinische Einschlüsse von mikroskopischen Dimensionen sind recht zahlreich vorhanden, und zwar vorwiegend Olivin und Augit, während Plagioklasleisten nur vereinzelt beobachtet wurden. Der Olivin aller Palagonite führt regelmässig Einschlüsse der Glasmasse, in welcher er liegt und erweist sich dadurch als krystallinische Ausscheidung aus derselben; der der sicilianischen Vorkommnisse enthält überdies Interpositionen eines Minerals der Spinell-Reihe (Picotit). — Im chemischen Verhalten sind alle Palagonite identisch mit dem von Island.

Die eigentliche, unveränderte Palagonitsubstanz, d. h. das im Seljadalr und in den Sicilianischen Palagoniten ledergelb, in dem von James Island rothgelb durchsichtige Gesteinsglas findet sich mit allen seinen chemischen und mikroskopischen Eigenschaften in den palagonitischen Gesteinen von Gross-Russeck, Beselicher Kopf und Le Puy en Velay, sowie mit gewissen Modificationen vom Kaulesberg im Habichtswalde wieder.

Die vollkommene Uebereinstimmung in den wesentlichen Charakteren der Mikrostructur, und im chemischen Verhalten und die grosse Aehnlichkeit in der chemischen Constitution, welche die Palagonite aller, soweit auseinander liegenden Fundorte zeigen, lässt für alle auf die gleiche Entstehung schliessen. Für die sicilianischen Palagonite ist nun aber die Tuffnatur und ihr Ursprung als vulkanische Ascheneruption wegen der eingeschlossenen marinen Petrefacten eine unumstossbare Thatsache und so wird man mit Recht annehmen können, dass alle die genannten Palagonite ursprünglich ein loses, körniges, durchaus hyalines Auswurfsmaterial von Vulkanen waren und erst secundären Einwirkungen ihren heutigen Habitus und ihre Festigkeit verdanken. Dafür spricht auch in sehr deutlicher Weise die Mikrostructur derselben. Auffallend allerdings ist es immerhin, dass die heute thätigen Vulkane kein so basisches, wasserreiches Gesteinsmaterial mehr zu Tage fördern, sowie dass die vulkanische Thätigkeit einer früheren geologischen Epoche diese Substanz nie in Lavaströmen, sondern stets in Gestalt von Aschenregen zu Tage förderte.

Die Verhältnisse liegen aber vielleicht einfacher, als es den Anschein hat. Jedenfalls ist die Palagonit genannte Substanz kein homogener Körper, sondern besteht aus einem in körnigen Partikeln ausgeworfenen Silicatglase und dessen verschiedenen Zersetzungsproducten. Sartorius von Waltershausen* hat diese glasigen Kerne in den Palagoniten mit dem Namen Sideromelan belegt und spricht ganz richtig die Ansicht aus, dass der Palagonit ein veränderter Sideromelan sei. Genauer vielmehr muss es heissen, dass die als Palagonit analysirten und beschriebenen Substanzen Sideromelan, gemengt mit seinen Umwandlungsproducten, seien. Schon oben wurde erwähnt, dass die homogenen Glasfetzen in den Palagoniten zwar vollständig, aber langsamer in Salzsäure löslich seien, als ihre Zersetzungsproducte. Gestützt darauf, hat er es versucht, an geeigneten Stücken den durchaus glasigen Sideromelan zu isoliren und ihn dann einer Sonderanalyse unterworfen, deren Resultate höchst interessant sind. Es ergab sich

* Vulkan. Gestein. von Sicilien und Island. Göttingen 1853. 203 sqq.

nämlich, dass dieser glasige Sideromelan nur sehr schwach wasserhaltig war (0,349 %). Er nennt ihn dann einen „amorphen eisenreichen Labrador" und scheint, wenn ich ihn richtig verstehe, die primäre Natur desselben, als eines basaltischen Gesteinsglases nicht erkannt zu haben. Es kommt diese Muttersubstanz der Palagonite in sehr reinen und grossen, pechglänzend schwarzen Stücken am Hammersfjord in Island vor, welche nur von schmalen Häuten der braunrothen, wasserreichen Zersetzungsproducte durchzogen sind. Ein solches Vorkommniss wurde der mikroskopischen Analyse unterworfen und erwies sich einerseits als vollkommen identisch mit den unveränderten Glastheilen in den Palagoniten, andrerseits aber stellte sich durch zahlreiche Mikrolithe, (genau so wie sie im Säsebühler Tachylyt liegen) eine solche Aehnlichkeit mit dieser Substanz heraus, dass die Zeichnung des Sideromelandünnschliffs (siehe Figur 18, Tafel III) unmittelbar auch für die eines augit- und magnetitfreien Dünnschliffs des Tachylyts vom Säsebühl gelten könnte. Demnach wäre der Wassergehalt der Palagonitgesteine unzweifelhaft secundär und lediglich eine Folge der molekularen Umwandlung des basischen Glases. Dass aber diese eine so durchgreifende sein konnte, hat offenbar wesentlich seinen Grund mit in der lockeren Tuffstructur der als Asche ausgeworfenen Substanz. Welches jedoch die chemischen Processe waren, die aus dem wasserfreien Gesteinsglase tachylytischer Natur die so wasserreichen palagonitischen Substanzen machten, darüber vermag natürlich das Mikroskop keine Aufklärung zu geben.

Anhang. Sämmtliche bislang besprochenen hyalinen Silicatgesteine haben das gemeinsam, dass neben solchen, welche als fast ideal reine Glasmassen erscheinen, stets auch solche auftreten, welche weniger oder mehr krystallinische Ausscheidungen erkennen lassen und so allmählige Uebergänge zu den gemengten krystallinischen Gesteinen darstellen. Man nimmt gewöhnlich an, dass es lediglich von der Erstarrungsgeschwindigkeit abhängt, ob ein sogenanntes pyrogenes Gestein grobkrystallinisch, krypto-krystallinisch oder glasig ausgebildet werde. Gewiss hat die grössere oder geringere Geschwindigkeit der Abkühlung und das dadurch bedingte raschere oder langsamere Starrwerden eines Schmelzflusses neben dem chemischen Bestande desselben einen sehr wesentlichen Einfluss auf die Structurverhältnisse des Erstarrungsproductes. Indessen dürften eben doch wohl die realen Verhältnisse in der Natur nicht so schablonenhaft einfach sein, wie unsre Schulweisheit sich das oft träumen lässt. Schon die porphyroide Ausbildung so mancher recenten Laven ist ein kräftiger Protest der Natur

gegen unsere schematischen Vorstellungen von einem vollkommen schmelzflüssigen homogenen Gesteinsmagma, welches aus den Kratern hervorsprudelt und nun trotz der im Allgemeinen so gleichmässigen Abkühlungs- und Erstarrungsbedingungen hier zu einem Gestein mit fast granitischem Gefüge, dort zu einer fast absolut glasigen Schlacke, an anderem Orte oder bei anderer Gelegenheit an demselben Orte zu einem mikrokrystallinischen Gesteine mit grösseren krystallinischen Einsprenglingen wird. In ebenso energischer, wenn auch nicht immer eben so bequem wahrnehmbarer Weise spricht die mikroskopische Structur der sogenanten pyrogenen Gesteine gegen diese allzu theoretische Auffassung der vulkanischen Gesteinsbildung recenter oder älterer geologischer Epochen. Der Gehalt solcher Gesteine an chemisch gebundenem, sowie an mechanisch eingeschlossenem Wasser, das Auftreten liquider Kohlensäure in den Flüssigkeitseinschlüssen einzelner ihrer mineralischen Gemengtheile, die angeschmolzenen Contouren und das fragmentare Auftreten so mancher grösserer krystallinischen Ausscheidungen in denselben weisen mit grosser Bestimmtheit auf sehr wechselnde Bedingungen bei der Entstehung dieser Gesteine hin, da die Erstarrungsverhältnisse derselben nach ihrem Austritt aus den Vulkanen zu einer genügenden Erklärung der genannten Phänomene offenbar nicht ausreichen. Hier ist natürlich nicht der Ort, auf eine weitere Besprechung solcher genetischer Verhältnisse einzugehen. Es genügt auf die wahrscheinliche Mannigfaltigkeit derselben hingewiesen zu haben, um die zu Anfang erwähnten Uebergänge aus glasigen Massen zu krystallinischen natürlich erscheinen zu lassen. Es gehört nun gewiss zu den interessantesten Thatsachen, die das Mikroskop uns zum Bewusstsein gebracht hat, dass analoge glasige Substanzen, wie die bisher besprochenen, in grösseren Massen auftretenden, sich auch in mehr oder weniger winzigen Resten in manchen sonst durch und durch krystallinischen Gesteinen finden, wo sie mit dem Namen „amorphe Grundmasse“ oder „glasiges Gesteinsmagma“ belegt werden. Soweit unsere heutigen Kenntnisse reichen, können derartige hyaline Silicate nur durch rasche Temperaturabnahme aus mehr oder weniger vollkommenem Flusse entstehen; und wo immer derartige Substanzen sich in Gesteinen finden, ist der Schluss berechtigt, dass dieselben als Ganzes, oder doch sicher eben ihre glasigen Theile einmal in wirklichem Schmelzfluss gewesen sind. — Es ist nun nicht unteressant, die Gesteine, welche unzweifelhaft Reste eines früheren Schmelzflusses enthalten, zusammenzustellen. Dahin gehören vor Allem die Laven, dann eine grosse Anzahl von Basalten und Melaphyren, Trachyten und Andesiten, sowie Glieder der Phonolithfamilie.

Die glasigen Theile dieser Gesteine bilden nun entweder, wenn sie in reichlicher Menge vorhanden sind, eine eigentliche Grundmasse, aus welcher sich die einzelnen krystallinischen Gemengtheile scharf contrastirend abheben; oder aber sie erscheinen nur als schwache Spuren eines structurlosen, amorphen Cämentes, welches die an Menge weit überwiegenden krystallinischen Gemengtheile verkittet. Im einen, wie im andern Falle zeigen diese glasigen Residuen in den Gesteinen genau dieselben Structurverhältnisse, wie die selbstständigen, oben besprochenen, hyalinen Gesteine. Bald hat man eine vollkommen homogene Glasmasse vor sich, bald zeigt dieselbe eine mehr oder weniger vorgeschrittene Entglasung durch Ausscheidung von Mikrolithen oder Trichiten oder beider Gebilde zusammen, wie dieses bei den Obsidianen, Bimssteinen, Perliten, Hyalomelanen (z. Th.) und Tachylyten der Fall war. In andern Gesteinen scheint es, als ob die ganze Glasmasse durch und durch eine molekulare Umwandlung erfahren habe, durch welche sie zu einem oft selbst mikroskopisch nicht entwirrbaren feinstkörnigen, krypto-krystallinischen Aggregat wurde, wie dieses bei den Felsitpechsteinen öfters der Fall zu sein scheint. Häufig muss man sich dann damit begnügen, anzuerkennen, dass allerdings keine noch so winzigen, krystallographisch begrenzten Individuen vorliegen, während doch zugleich die structurlose Homogeneität des Glases fehlt; selbst die optische Untersuchuug lässt da den Beobachter im Stich, weil bei solchen Verhältnissen auch die dünnsten Präparate meistens so opak sind, dass eine Abnahme und Zunahme von Helligkeit bei Drehung der Nicols und des Schliffes nicht mehr wahrzunehmen ist. Auch die Anwendung des Stauromikroskopes versagt oft den Dienst und in solchen Fällen habe ich es stets am bewährtesten gefunden, zu untersuchen, ob die Interferenzfarbe eines allenthalben gleich dicken Gyps- oder Glimmerblättchens verändert wird. Man schiebt dasselbe zu diesem Zwecke unter das zu untersuchende Präparat oder über dasselbe bei gekreuzten Nicols; dann erscheint natürlich das Präparat an allen einfach brechenden Stellen in der Interferenzfarbe des Glimmerblättchens, gleichsam wie von einer homogenen Lichtquelle beleuchtet; allenthalben aber wo sich im untersuchten Object doppelt brechende Stellen befinden, werden die das Glimmerblättchen durchlaufenden beiden Strahlen eine verschiedene Beschleunigung oder Verzögerung zu einander erfahren; sie treten also in verschieden veränderten Phasen aus der Combination der beiden doppeltbrechenden Medien aus und liefern demnach auch an verschiedenen Stellen verschiedene Interferenzfarben. Es ist gerade, als ob man stellenweise das Glimmerblättchen verdickt oder verdünnt habe. Diese Methode

liefert besonders für die sehr feinkörnigen Entglasungsproducte hyaliner Grundmassen ausserordentlich scharfe Resultate, wenn man ein Glimmerblättchen von empfindlicher Interferenzfarbe auswählt. Die Vortheile dieser Beobachtungsmethode liegen natürlich besonders darin, dass unser Auge Unterschiede in den Farben viel besser auffasst und empfindet, als Unterschiede in der Lichtintensität.

Eine ganz auffallende Art des Auftretens amorpher hyaliner Substanzen in krystallinischen Gläsern erwähnen Gerhard vom Rath* und Weiss** aus einem Trachyt von Monte Amiata. Es liegen hier nämlich glasige Körner in einem grobkörnigen Krystallgemenge, nicht, wie dieses sonst der Fall zu sein pflegt, krystallinische Körner oder Krystalle in einer Glasgrundmasse.

Ein Gestein, bei welchem die Ansichten der verschiedenen Forscher über die Anwesenheit oder das Fehlen einer hyalinen Grundmasse sehr weit auseinandergehen, ist der Quarzporphyr. Und allerdings bieten sich bei keinem zweiten Gesteine so ausserordentliche Schwierigkeiten dar und machen die Entscheidung dieser Frage, welche nur durch das Mikroskop gegeben werden kann, so sehr unsicher. Zirkel***, Laspeyres† und Stelzner†† gaben auf Grund der von ihnen gemachten mikroskopischen Beobachtungen ihre Meinung dahin ab, dass eine eigentliche glasige Grundmasse den Quarzporphyren abgehe, dass vielmehr jener Grundteig, welchen man makroskopisch so benenne, sich bei hinreichenden Vergrösserungen in ein äusserst feinkörniges krystallinisches Aggregat auflöse, in welchem Zirkel ein Gemenge von Orthoklas und Quarz sieht. Dagegen behauptet Vogelsang†††, dass die Individualisation der Porphyrgrundmasse keine vollständige sei, sondern dass stets nach Abzug aller kleinkrystallinischen Theile noch ein nicht in mikroskopische Individuen auflösbares glasiges Residuum zurückbleibe, welches allerdings auch molekular verändert erscheine, so aber dass man darin nur die Folge secundärer Einwirkungen, nicht einen ursprünglichen Act der Krystallisation sehen dürfe. Später hat auch Zirkel*† gelegentlich seiner Untersuchungen über die Pyrenäen einen Quarzporphyr von Case de Broussette aufge-

* Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. XVII. 413. 1865.

** Beiträge zur Kenntniss der Feldspathbildung. Haarlem 1866, 138.

*** Lehrb. d. Petrographie I, 530. Sitzber. d. Wien. Akad. 1863. XLVII. 1. Abth. 240. 241. 245.

† Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. XVI. 1864, 406.

†† Petrograph. Bemerk. über Gesteine des Altai. 1871, 22.

††† Philosophie d. Geologie. 134.

*† Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. 1867, XIX. 107.

funden, welcher eine wohl charakterisirte, durchaus homogene amorphe Grundmasse erkennen liess. Die gewöhnliche Untersuchung im polarisirten Lichte zwischen gekreuzten Nicols lässt allerdings in den meisten Fällen wegen der unendlich feinkörnigen Ausbildung der Felsitgrundmasse fast daran verzweifeln, ohne Selbsttäuschung aus dem Gewirr krystallinischer Partikeln noch mit Sicherheit kleine glasige Zwischendrängungsmasse herauszufinden. Das Stauromikroskop versagt ebenfalls seinen Dienst, weil man selbstverständlich an keine Isolirung der zu untersuchenden Theilchen denken kann. Aber gerade hier liefert die Untersuchung mit dem eingeschalteten Glimmerblättchen, wenn die Grundmasse überhaupt durchscheinend geworden ist, recht gute Resultate. Die Anwendung dieser Methode hat mich in der Grundmasse der meisten Quarzporphyre mit grosser Sicherheit seltenere oder zahlreichere, grössere und kleine Stellen entdecken lassen, von denen die Interferenzfarbe des Glimmer- oder Gypsblättchens keinerlei Veränderung auch bei einer vollen Drehung des Präparats erkennen liess. Diese Stellen waren also jedenfalls isotrop und da man an reguläre Körper oder senkrecht zur Axe geschnittene anisotrope Substanzen nicht wohl denken kann, so ist die Gegenwart von glasigen Partikeln mit grosser Wahrscheinlichkeit anzunehmen.

Während im Allgemeinen die Gesteine der Diabas-, Diorit- und verwandter Familien frei sind von einer hyalinen Grundmasse und gänzlich granitisches Gefüge zeigen, beobachtete H. Behrens* in den Dioriten von Schierke und Bösenbrunn, sowie im Aphanit von Weilburg ein grünes Glas, welches an manchen Stellen durch Annahme einer secundären fasrigen Structur krystallinisch geworden ist und dann natürlich Polarisationserscheinungen wahrnehmen lässt.

8. Opal und Hyalit.

Literatur.

H. Behrens. Mikroskopische Unsersuchungon über die Opale. Sitzber. d. Wien. Akad. LXIV. 1871. 1. Abthl. — N. Jahrb. f. Min. 1872. 316.

E. Reusch. Ueber einen Hydrophan von Czerwenitza. Pogg. Ann. CXXIV. 1865. 431.

Max Schultze. Verhandlungen des naturhist. Ver. d. preuss. Rheinlande und Westphalens. XVIII. 1861. 69. — N. Jahrb. f. Min. 1861. 583.

Sir David Brewster. On the cause of the colours in precious opal. — Edinb. New. Phil. Journ. by Jameson XXXVIII. 1845. 385.

Der Opal, welcher in verschiedenen Varietäten als Zersetzungsproduct trachytischer oder pyroxener Eruptivgesteine theils in Klüften und Hohlräumen derselben, theils innerhalb der verwitterten Massen

* N. Jahrb. f. Min. 1871, 466,

selbst auftritt, wird bekanntlich als eine verhärtete Kieselsäuregallerte mit wechselndem Wassergehalte angesehen. Er ist also eine porodine amorphe Substanz und erweist sich demnach auch in den meisten Fällen durchaus isotrop. Als typischen Vertreter kann man den vollkommen homogenen und structurlosen Feueropal von Mexico ansehen; dagegen zeigen der Edelopal, sowie der Hyalit gewöhnlich eine in weit geringerem Sinne homogene Substanz und überdies höchst interessante optische Verhältnisse. Unter den Verunreinigungen des Edelopals tritt der Hydrophan am häufigsten in kleinen Flecken auf, daneben das wasserfreie und wasserhaltige Eisenoxyd und eine feine, staubartige Materie, deren Deutung nicht immer mit Sicherheit möglich ist. Während die Erkennung des Eisenoxyds unter dem Mikroskop keine Schwierigkeiten hat, empfiehlt es sich nach Behrens, auf die Gegenwart von Hydrophanflecken schon beim Schleifen zu achten. Derselbe deutet sich dadurch an, dass er auf der trocken werdenden Schlifffläche ein mattweissliches, undurchsichtiges Aussehen gewinnt. Bedeckt man einen solchen hydrophanhaltigen Schliff mit einem Deckgläschen und lässt zwischen dieses und das Präparat einen Tropfen Wasser laufen, so hellt sich derselbe auf und dabei findet eine länger anhaltende Entwicklung von Luftbläschen aus dem Hydrophan statt. Am besten aber gelingt der Nachweis, wenn man die Imbibitionsfähigkeit des Hydrophan zu einer künstlichen Injection mit Farbstoffen benutzt. Behrens wandte mit Erfolg Fuchsin dazu an, welches in einem Tropfen auf das Präparat gebracht, bald aufgesogen im Hydrophan eine schöne rothe Färbung erzeugte. Eine Entfärbung des Präparats gelingt nur bei Anwendung heissen Alkohols. Sollen hydrophanreiche Opalschliffe durchsichtig bleiben, so muss man sie im vollständig mit Wasser durchtränkten Zustande in den Canadabalsam einlegen. Auch Reusch bemerkte beim Durchtränken des Hydrophan eine Entwicklung von Luftblasen, doch pflegte sie erst einige Zeit nach dem Eintauchen desselben zu beginnen. Es folgt daraus mit grosser Sicherheit, dass der Hydrophan aus dem Opal nicht etwa durch den Verlust von Hydratwasser hervorgegangen sein kann, denn dadurch könnten doch keine Poren entstehen, wie sie durch die Luftbläschenentwicklung mit Entschiedenheit nachgewiesen sind. — Was nun die interessanten optischen Eigenschaften des Edelopals, sein Farbenspiel, anbelangt, so leitete Brewster dasselbe von reihenförmig gruppirten Hohlräumen ab, deren wechselnde Dimensionen die verschiedenen Farben erzeugen sollten. Auch DesCloizeaux* führt sie auf

* Manuel de Minéralogie. Paris 1862, 22.

einen schwachen Gehalt an organischer Materie und auf die Gegenwart sehr kleiner, in parallelen Reihen regelmässig netzförmig eingelagerter Hohlräume zurück. REUSCH bemerkte schon in seiner citirten Abhandlung, dass dem Hydrophan (dem Weltauge) und dem Edelopal eine wirkliche Doppelbrechung zukomme, dass die Farbenphänomene bei diesen Körpern im auffallenden und durchfallenden Lichte complementär seien und dass sie sich durch die Anwesenheit von, — den Platten parallelen oder mässig gegen sie geneigten — Sprüngen erklären lassen, welche wie dünne Blättchen wirken. BEHRENS dagegen ist der Ansicht, dass die Anwesenheit dünner körperlicher Blättchen im Opal sein Farbenspiel bedinge. Von den Hohlräumen BREWSTERS und DES-CLOIZEAUX's hat er nichts wahrgenommen, trotzdem wohl nahezu alle Opalarten zur Untersuchung kamen. Die schönsten Farbenerscheinungen zeigten die Edelopale von Kremnitz und Dubnik. Die von Kaschau und Czerwenitza haben mehr dunkle, und weniger und kleinere farbenwandelnde Stellen. Er bemerkt mit Recht, dass die Farben im auffallenden, wie im durchfallenden Lichte sich mit dem Incidenzwinkel derselben ändern und dass die farbigen Bilder im auf- und durchfallenden Lichte sich genau auf dieselben Stellen des Präparats beschränken. Im durchfallenden Lichte fand er, dass die bei auffallendem Lichte farbig erscheinenden Partieen von äusserst zarten Linien begränzt werden, die sich auch da wiederfinden, wo farbige Stellen von dunklen Bögen unterbrochen werden. Diese Linien fasst er als die Grenzlinien von reflectirenden, sehr dünnen Lamellen auf und sieht in diesen nicht etwa wie FUCHS und BISCHOF fremde eingelagerte Krystalllamellen, sondern äusserst dünne Schichten eines Opals von abweichenden Brechungsexponenten. Ob aber der Brechungsexponent dieser Schichten grösser oder kleiner sei, als der der Opalgrundmasse, liess sich nicht mit Sicherheit bestimmen. DESCLOIZEAUX (l. c.) fand den Brechungsexponent des farblosen irisirenden Opals von Guatemala für rothe Strahlen = 1.446, des nicht irisirenden = 1.442 und des tiefgelben Feueropals von dort für dieselben Strahlen = 1.450. Auffallend ist es, dass der Brechungsexponent des Hydrophan nach demselben Forscher, sowie nach REUSCH's Untersuchungen bedeutend geringer ist, als der des Opals, durch Benetzung und Imbibition aber sehr merklich zunimmt und dem des Opals sehr nahe kommt, ja ihm ganz gleich wird. So fand DESCLOIZEAUX $\mu\rho$ für einen weissen Hydrophan = 1.406, nach der Imbibition dagegen = 1.446; bei einem andern war vor der Imbibition $\mu\rho$ = 1.266; nach derselben $\mu\rho$ = 1,406; für einen schwach opalescirenden ebenso $\mu\rho$ = 1.387, resp. = 1.439. — BEHRENS nimmt an, dass die spiegelnden Lamellen im Opal an

Ort und Stelle gebildet, nicht etwa der weichen Opalmasse schon fertig beigemengt wurden. Ursprünglich scheinen sie alle in horizontaler Lage gewesen zu sein, zerrissen beim Eintrocknen theilweise und wurden durch die erhärtende Opalmasse gekrümmt und verbogen. Als sie dann gänzlich von Opalmasse eingehüllt waren und diese sich zusammenzog, erlitten sie weitere Veränderungen, wurden gebogen, geknickt, oder auch wohl ganz zerbrochen. Dass aber der Edelopal beim Erhärten nach verschiedenen Richtungen verschieden stark sich contrahirte, das beweisen die dadurch hervorgerufenen wechselnden Elasticitäten des Lichtäthers nach verschiedenen Richtungen im Opal und die dadurch bedingte starke Doppelbrechung. Uebrigens leitet Behrens aus seinen optischen Studien am Edelopal den Schluss ab, er sei optisch zweiaxig.

Schon weniger rein von fremden Beimengungen, aber dem Edelopal wegen ihrer Doppelbrechung nahestehend, sind die Hyalite, deren Brechungsexponent für rothe Strahlen nach Des Cloizeaux = 1.437, in einem andern Falle = 1.455 war. Max Schultze machte zuerst die Entdeckung, dass der Hyalit doppelt brechend sei und unter gewissen Bedingungen ein schwarzes Kreuz mit isochromatischen Curven zwischen gekreuzten Nicols zeige. Er führte die Erscheinung auf Spannungsverhältnisse zurück, welche durch die concentrische Schalentextur des Hyalits bedingt werden und vergleicht sie mit den Polarisationserscheinungen, welche erwärmte oder gepresste Glaskugeln zeigen. Solche Glaskugeln sind negativ doppelbrechend, wie Calcit, wenn sie innen wärmer als aussen sind, oder von aussen gepresst werden, dagegen positiv wie Bergkrystall, wenn sie aussen wärmer sind, oder von innen gepresst werden. Der Hyalit verhält sich nun, wie eine von aussen gepresste Glaskugel, also optisch negativ. Auch gab Schultze bereits an, wie man durch successives Auftragen von Collodium- oder Firnissschichten auf ein Glaskügelchen diese Erscheinung künstlich nachahmen könne. H. Behrens fand, dass nur diejenigen Hyalite concentrisch-schalige Structur zeigen, welche kleintraubige, dünne Rinden auf andern Gesteinen bilden und beobachtete oft, dass sich im Centrum der Hyalitkugeln ein rundliches Gesteinsstückchen oder ein Luftbläschen fand. Nach ihm ist die Doppelbrechung des Hyalits weit schwächer, als die des Edelopals und auch manche Hyalitkugeln erwiesen sich als optisch-zweiaxig mit kleinem Axenwinkel. – Uebrigens unterscheiden sich die Interferenzerscheinungen am Hyalit und ähnlichen sphärischen Aggregaten ganz wesentlich von denen in Krystallindividuen. In diesen ist die optische Axe eine Richtung und jeder Punkt eines Krystalls kann demnach

Mittelpunkt der Interferenzfigur werden; verdeckt man bei einem Krystalldurchschnitt einen Theil, so kann man wohl die Interferenzfigur verkleinern, aber nicht verstümmeln. Ganz anders aber ist es bei den sphärischen Aggregaten. Hier ist die optische Axe eine Linie und geht bei den meisten derselben durch das Kugelcentrum in jeder Lage, welche man der Kugel gebe; so z. B. bei den Chalcedonkugeln, bei den Sphaerolithen der sauren Gesteinsgläser, den früher besprochenen Quarzconcretionen in den Porphyren, den Zeolith-Aggregaten in Melaphyren. Verdeckte man hier einen Theil des Präparats, so wird die Interferenzfigur verstümmelt und kann etwa durch eine Verschiebung des Präparats nicht wieder hergestellt werden; würde man z. B. das Centrum eines solchen Kugelschnitts verdecken, so fehlte der centrale dunkle Fleck des Kreuzes, da eben nur durch diesen die optische Axe geht, also kein anderer Punkt diesem aequivalent ist. Bei excentrischen Schliffen wird also eine vollständige Interferenzfigur in derartigen Fällen nie auftreten können. Noch etwas anders liegt immerhin die Sache beim Hyalit. Die optischen Elementaraxen liegen bei ihm nicht parallel unter einander, wie bei einem Krystall, sondern bilden ein nach der Oberfläche divergirendes System. Es folgt das aus dem Aufbau der Hyalitkugeln. Wenn nämlich Unebenheiten der Unterlage den ersten Anlass zur Sphaeroidalstructur des Hyalit gaben und nach dem Festwerden der Substanz noch eine Contraction stattfand, so konnte diese nur senkrecht zur Unterlage vor sich gehen und dabei mussten sich nach oben divergirende Kluftsysteme bilden, welche die Erscheinungen der hyalitischen Doppelbrechung vollkommen erklären. Liegt nämlich eine die Interferenzfigur zeigende Hyalitplatte mit ihrer natürlichen Oberfläche nach oben und dreht man das Präparat um eine seiner Fläche parallele Axe, so hebt sich der Mittelpunkt des Kreuzes gegen die gehobene Kante des Präparats, die ihr zugewandten Kreuzesarme werden verkürzt, die gesenkten dagegen verlängert. Dreht man nun die Platte um, so dass ihre natürliche Oberfläche nach unten liegt, so werden die Erscheinungen bei der gleichen Operation gerade umgekehrt*. Am besten stimmen die Polarisationserscheinungen des Hyalit, wie schon DesCloizeaux angab, mit denen, welche in gummiartigen Körpern durch einseitigen Druck hervorgebracht werden. In einer Kugel eines solchen Körpers werden nach dem einseitigen Druck die optischen Elementaraxen nach oben und unten nach der Druckrichtung, welche eine Elasticitätsaxe wird,

* Man muss sich wohl daran erinnern, dass natürlich in dem verkehrten mikroskopischen Bilde die Erscheinungen gerade umgekehrt zu sein scheinen.

convergiren, sie werden liegen wie die Sehnen grösster Kreise, welche vom Druckpunkt ausgehen, also wie im beistehenden Schema Fig. 63, dessen untere Hälfte für sich allein den Verhältnissen im Hyalit entsprechen würde. Mit Recht macht Bunsen darauf aufmerksam, dass die concentrische Schalenstructur ebensowenig, wie eine radialfasrige, Erscheinungen bedingen würde, die durchaus analog denen im Hyalit wären. — Uebrigens sind die Interferenzerscheinungen nicht immer gleich vollkommen an allen Hyaliten und finden sich in wechselnden Graden der Vollkommenheit auch an andern Opalvarietäten, so an manchen Kieselsintern, Halbopalen und Milchopalen.

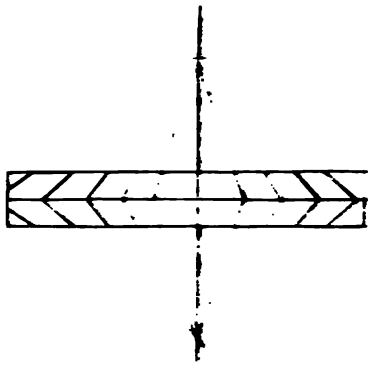


Fig. 63.

Die gemeinen und Halbopale zeichnen sich von dem Edelopal und Hyalit durch grössere Beimengungen fremder Einschlüsse aus, unter denen besonders der Tridymit von Interesse ist, welchen zuerst G. Rosz* in den Opalen von Kosemütz, Island, Hüttenberg, Kaschau und Zimapan auffand. Derselbe tritt in Form rundlicher bis hexagonaler Täfelchen und in Concretionen solcher auf.

---

* Monatsber. d. Berl. Akad. 1869. Sitzung vom 3. Juni pag. 449.

Mineralien des regulären Krystallsystems.

Die Mineralkörper des regulären Systems verhalten sich optisch genau so, wie die amorphen Körper, wenn sie durchsichtig sind. Sie brechen das Licht einfach, zeigen demnach im Polarisationsapparat in keiner Lage Interferenzfarben und bleiben bei gekreuzten Nicols in jeder Lage dunkel. Von den amorphen Körpern unterscheiden sie sich in den meisten Fällen durch ihre krystallinischen Umrisse, sowie durch innere gesetzmässige Structur, die sich durch Spaltungsrichtungen manifestirt.

1. Magnetit.

Literatur.

Ferdinand Zirkel. Basaltgesteine. Bonn 1870, 67—72.

Der Magnetit tritt in den mannigfachsten Gesteinen bald als wesentlicher, bald nur als accessorischer Gemengtheil auf und ist ferner als Einschluss in den verschiedensten Mineralkörpern so ausserordentlich verbreitet, wie keine andere Substanz. Er findet sich sowohl in Krystallen, wie in Krystallkörnern. Im ersten Falle sind seine Durchschnitte unter dem Mikroskope vorwiegend quadratisch oder rechtwinklig viereckig, entsprechend der häufigst vorkommenden Krystallform, dem Octaeder, (Fig. 64 c) oder weisen auf Aggregate solcher hin (Fig. 64 a), in denen die einzelnen Individuen sich oft in der regelmässigsten Weise nach den rechtwinkligen Axen ihres Krystallsystems geordnet haben, (Figur 5) und dadurch Wachsthumsformen zeigen, welche die vollkommenste Analogie mit den an den edlen Metallen makroskopisch bekannten darbieten. Da-

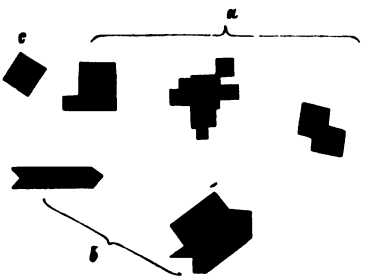


Fig. 64.

[illegible] an Magnetit regelmässig polygonale Thurmes mit einspringenden Winkeln, welche auf Zwillingsbildung nach dem Spinellgesetz zu deuten sind (Fig. 64 c). Eine öftere Wiederkehr der einspringenden Winkel spricht dafür, dass die von mir in den Eisenerzlagern von [illegible] d'Ypanema, Prov. S. Paulo, Brasilien, gefundenen und beschriebenen* nach dem Spinellgesetz polysynthetischen Krystalle auch bei den mikroskopisch eingewachsenen nicht allzuselten sind. Tafelförmige Ausbildung der Individuen, welche an einfachen Krystallen des regulären Systems nicht vorzukommen pflegt, wird durch die genannte Zwillingsbildung möglich. Solche tafelförmige Krystalle, an denen der einspringende Zwillingswinkel nicht mehr sichtbar ist, bilden je nach der Richtung, in welcher der Schliff sie traf, schmale Leisten oder drei- und sechsseitige Durchschnitte, welche an die basische Endfläche einer rhomboedrischen Combination erinnern. Auch solche tafelförmige Durchschnitte finden sich in Aggregaten, welche nach den Symmetriegesetzen des regulären Systems aufgebaut sind. Hexagonale Durchschnitte, welche auf ein Rhombendodekaëder zurückgeführt werden können, finden sich zwar ebenfalls, doch dürften dieselben wohl in vielen Fällen dem Titaneisen (Ilmenit) zuzurechnen sein, welches nach LASPEYRES' Beobachtungen**, entgegen den früheren Ansichten, zusammen mit dem Magnetit als ursprünglicher Gemengtheil in den Eruptivgesteinen auftritt.

Häufiger noch als in Krystallen findet sich der Magnetit in Körnern durch die Masse der Gesteine oft ziemlich gleichmässig zerstreut.

Fig. 65.

* Berichte üb. die Verhandl. d. naturf. Ges. z. Freiburg i. B. Bd. V. Hft. 3, 134. 1870.

** Neues Jahrbuch für Mineralogie etc. 1869. 513—517.

oft aber auch in wunderbaren Formen, keulenförmig, schlauchförmig zusammengehäuft, wie sie ZIRKEL (l. c. Fig. 57 und 58) aus den Basalten von Steinau im Kinzigthale und vom Druidenstein bei Kirchen abbildet, und wie ich sie ähnlich (Fig. 65 a) in einem Basalt von den Inseln des grünen Vorgebirges fand. — Eine besonders häufige Erscheinung ist es in den basischen Eruptivgesteinen, dass die Magnetitkörner sich um die grösseren Krystallausscheidungen von Augit, Hornblende, Glimmer, Feldspath häufen und regelmässige Zonen um dieselben bilden, wie Fig. 65 b dieses an Augitdurchschnitten eines Melaphyrs der Pfalz zur Anschauung bringen soll. Sind dabei innerhalb der Magnetitzone die Umrisse des davon umgebenen Krystalls scharf und deutlich abgegrenzt, so muss man wohl in dieser Anordnung die Folge der Attraction sehen, welche das grössere Individuum auf die kleineren ausübte. Anders aber ist die Sache aufzufassen, wenn die Krystallsubstanz nicht durch scharfe Grenzen gegen die Magnetitkörner hin abschliesst, sondern vielmehr die Zwischenräume derselben erfüllend in inniger Weise mit ihnen gemengt erscheint. Die Zone von Magneteisen pflegt dann nach aussen hin in scharfem geradlinigem Verlauf die Krystallgrenzen anzugeben, während nach innen — gegen die eigentliche Krystallsubstanz zu — eine solche scharf polygonale Abgrenzung nicht stattfindet. Ob in einem solchen Falle (Fig. 65 c zeigt einen Olivin aus Basalt von den Inseln des grünen Vorgebirges mit einer solchen Magnetitzone) ursprüngliche Interposition von Magnetit mit peripherischer Anordnung vorliege, oder aber das Ganze die Folge einer secundären Metamorphose sei, muss in jedem besonderen Falle nach den vorliegenden Verhältnissen entschieden werden.

Wenn die Dimensionen des Magnetits nicht allzuwinzig sind, so gelingt es leicht, bei auffallendem Lichte seinen starken bläulichschwarzen Metallglanz zu beobachten. Neben diesem ist es besonders die absolute Undurchsichtigkeit, welche den Magnetit unter dem Mikroskope charakterisirt; nur muss man sich bewusst bleiben, dass nicht auch der umgekehrte Schluss, alles Undurchsichtige sei Magnetit, berechtigt wäre. DANA* giebt allerdings an, dass das Magneteisen, wenn es sich in feiner dendritischer Vertheilung findet, wie in dem weissen Glimmer von Pennsbury, fast farblos bis rauchbraun durchsichtig sei und auch SCHRAUF** glaubt mit einiger Wahrscheinlichkeit gewisse von ihm als Mikroplakite bezeichnete, durchsichtige

* DANA. A System of Mineralogy. London 1868, pag. 150.

** Sitzber. d. Akad. d. Wissensch. Wien. 1. Abthl. Dec.-Heft 1869. (Im Sep.-Abdruck pag. 40).

Krystallinterpositionen im Labradorit auf Grund seiner Winkelmessungen für Magnetite halten zu müssen. Aber GUSTAV ROSE* macht mit Recht darauf aufmerksam, dass die von DANA angegebenen Farben am Magnetit nicht bekannt sind, sieht gleichzeitig in der Durchsichtigkeit ein wichtiges Argument gegen die Deutung auf Magneteisen und macht es endlich sehr wahrscheinlich, dass die von DANA beschriebenen Substanzen überhaupt keine Dendriten, sondern Wachsthumsformen von Eisenglanz sind. Ganz aus denselben Gründen wird wohl auch die Annahme SCHRAUF's, seine Mikroplakite seien Magnetit, zurückzuweisen sein; und wenngleich bei hinreichend feiner Vertheilung selbst dem Eisenoxydoxydul, wie jedem andern Körper, die Durchsichtigkeit nicht principiell abgesprochen werden darf, so spricht dennoch die Erfahrung dafür, dass selbst in der feinsten bis dahin beobachteten Vertheilung diese Substanz durchaus opak ist. So erinnert G. Rose (l. c.) daran, dass auch die mikroskopischen Krystallausscheidungen des Magnetits in der Boraxperle gänzlich undurchsichtig sind, während darin das Eisenoxyd schön roth, das Titaneisen braunroth durchsichtig wird.

Um die Gegenwart des Magneteisens da, wo sie durch das Mikroskop wahrscheinlich gemacht worden ist, ausser Zweifel zu stellen, wird man immer zur chemischen Prüfung schreiten müssen. Aetzt man die dasselbe enthaltenden Schliffe oder das Gesteinspulver mit Salzsäure, so löst es sich, zumal bei Erwärmung, leicht auf, während Titaneisen ungelöst bleibt. Mit dem Magnetstabe aus dem Gesteinspulver ausgezogen, giebt das reine Eisenoxydoxydul in der Boraxperle die bekannte Eisenreaction, das titanhaltige in der Reductionsflamme eine blutrothe Perle.

Oft zeigt der Magnetit zumal in den nicht mehr frischen Gesteinen und Mineralien einen röthlichen bis bräunlichen verwaschenen Hof von Eisenoxydhydrat, welcher, meistens kaum durchscheinend, keinerlei Structur wahrnehmen lässt. Nur selten finden sich unmittelbar damit verwachsen auch schön roth durchsichtige Tafeln von Eisenglanz, deren Ränder hie und da zackenartig ausgefranzt sind.

Besonders sind es die jüngeren basischen Eruptivgesteine, in denen der Magnetit in Menge als wesentlicher Gemengtheil auftritt und dass er hier durchaus gleichzeitiger Entstehung mit den übrigen Gemengtheilen ist, kann keinem Zweifel unterliegen. VOGELSANG** glaubt sogar, den ältesten zuerst ausgeschiedenen Gemengtheil derselben im

---

* Monatsber. d. Akad. d. Wissensch. Berlin. 19. April 1869. 355 und 356.

** Philosophie der Geologie. 157.

Magnetit sehen zu müssen. Dafür spricht allerdings der Umstand, dass er sich ausserordentlich häufig darin als Einschluss in den mit ihm associirten Mineralien findet. Andrerseits aber giebt es auch in einzelnen dieser Gesteine unzweifelhafte Beweise dafür, dass schon andere Mineralien krystallinisch erstarrt waren, als der Magnetit sich ausschied; denn hie und da umschliesst ein durchaus einfacher Krystall desselben ein fremdes Individuum, so z. B. Augit im Basalt von Unkel, Nephelin im Nephelindolerit vom Katzenbuckel (Figur 65 d). Auffallend ist es, dass derselbe nicht nur in basischen, sondern auch in sehr sauren Gesteinen auftritt, ja sogar in solchen, welche freie Kieselsäure als Quarz enthalten, während er in manchen überbasischen Substanzen, wie den Palagoniten, durchaus fehlt. — Fischer* machte auf die ausserordentliche Verbreitung des Magnetits als Einschluss in den verschiedensten Mineralsubstanzen aufmerksam, erklärte durch seine Anwesenheit den mehr oder weniger schwachen Magnetismus, welchen man an seinen Wirthen beobachtet und wies darauf hin, wie sehr die Kenntniss von der chemischen Constitution der Mineralien durch solche Einschlüsse getrübt werden kann, wenn sie bei der Analyse unberücksichtigt bleiben.

2. Chromit.

Literatur.

H. Fischer. Kritische, mikroskopisch-mineralogische Studien. Freiburg i. Br. 1869. 5 und 21.

Der besonders in Serpentinen und anderen magnesiareichen Gesteinen vorkommende Chromit kann leicht mit Magnetit verwechselt werden. Zur Unterscheidung bedarf man stets der chemischen Prüfung auf trocknem oder nassem Wege. Magnetit löst sich in Schliffen verhältnissmässig leicht, Chromit gar nicht in Salzsäure auf. — Fischer fand, dass der scheinbare Magnetismus des Chromits auf Beimengungen von Magnetit beruhe, und dass die auffallenden Resultate mancher Analysen sich auf fremdartige Beimengungen polarisirender Substanzen zurückführen lassen, die er in den derben Chromiten von Baumgarten und Gassin beobachtete.

3. Spinell.

Literatur.

Ferd. Zirkel. Basaltgesteine. Bonn 1870, 97.

Unter den Spinellen ist besonders der chromoxydhaltige Picotit als Gemengtheil der Gesteine von Bedeutung. Er findet sich entweder

* Kritische, mikrosk.-mineralog. Studien. Freiburg i. Br. 1869, p. 4 ff.

in quadratischen Durchschnitten, die vom Octaeder deriviren oder in unregelmässig gestalteten kleinen Körnern. Bei hinreichender Dünne wird er mit braunen bis gelblichen Farbentönen durchsichtig und unterscheidet sich dadurch von dem Magnetit, mit welchem er im undurchsichtigen Zustande ohne chemische Prüfung leicht zu verwechseln wäre.

Als selbstständiger Gemengtheil findet sich der Picotit im Lherzolith (Olivinfels) und im sogenannten Schillerfels und zwar meistens als Korn. Nach SANDBERGER's * Angaben ist er besonders deutlich im Olivinfels von Ultenthal zu erkennen. Als ein ausserordentlich häufig wiederkehrender Einschluss in den Olivinen der basaltischen Gesteine tritt ein Mineral auf, welches kleine quadratische und rundliche, gelb bis braun durchsichtige bis undurchsichtige Durchschnitte bildet. Dasselbe ist ausnahmslos dunkel wie sein Wirth, wenn eine Elasticitätsaxe im Olivin mit einem Nicolhauptschnitt parallel liegt. ZIRKEL (l. c.) deutet gewiss mit Recht diesen Einschluss als Picotit. Er widersteht der chemischen Einwirkung der Gewässer kräftig und findet sich noch in ursprünglicher Frische im vollkommen zersetzten Olivin. Mit Wahrscheinlichkeit lässt sich der Chromgehalt mancher Olivine von diesem Einschluss herleiten. Als selbstständiger Bestandtheil des basaltischen Gesteinsgewebes ist der Picotit noch nicht gefunden worden. — Den von ZIRKEL (l. c.) angegebenen Fundorten für schöne Picotit-Einschlüsse in Olivin reihen sich die von mir ** beobachteten javanischen an. — Aus dem Olivin geht der Picotit dann auch in die Umwandlungsproducte desselben über und so erklärt sich sein Auftreten in manchen Serpentinen, wie in dem vom „Glatten Stein" bei Todtmoos, wo ihn FISCHER *** fand.

Der Pleonast (Eisenspinell), welcher vereinzelt in Graniten mancher Fundorte und in den Sanidingesteinen des Laacher See's und der Somma auftritt, unterscheidet sich mikroskopisch vom Picotit dadurch, dass er mit grüner Farbe durchsichtig ist. Er soll nach SANDBERGERS † Mittheilungen auch im Nephelinit vom Katzenbuckel selbstständig vorkommen. — Auch der hie und da in Talkschiefern und Graniten auftretende Gahnit wird grün durchsichtig und ist im Schliff nicht von Pleonast zu unterscheiden.

---

* Neues Jahrbuch für Mineralogie. 1870. 207.

** Ber. über die Verhdlgn. der naturf. Gesellschaft z. Freiburg i/B. Bd. VI. Heft 1. pag. 111 und 112. 1872.

*** Kritische, mikroskop.-mineralog. Studien. 1. Fortsetzung. Freiburg i/B. 1871, pag. 46.

† Neues Jahrbuch für Mineralogie. 1869. 338.

4. Granat.

Literatur.

Ferd. Zirkel. Leucitgesteine im Erzgebirge. Pogg. Ann. CXXXVI. 553, 555.
Ferd. Zirkel. Ueber die mikroskop. Structur der Leucite etc. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. XX. 1868, 129. 139.

Wo der Granat in den Gesteinen als Krystall eingewachsen auftritt, hat er weitaus am häufigsten die Form des Rhombendodekaëders, entweder allein oder in Combination mit den untergeordneten Flächen des Ikositetraëders. Demgemäss sind seine Durchschnitte quadratisch, sechsseitig oder dreiseitig, je nachdem die Schlifffläche ihn mehr oder weniger genau parallel zwei Krystallaxen (wie eine Fläche von $\infty O \infty$) oder den Winkel zwei Axen halbirend oder in gleicher Neigung gegen die drei Axen (wie eine Fläche von O) traf. Achtseitige bis rundliche Durchschnitte sind auf das Ikositetraëder zurückzuführen. Doch pflegen im Allgemeinen die Umrisse nicht scharf geradlinig zu sein. Nur der Melanit lässt häufig unverkennbare Krystallbegrenzung erkennen, während der Almandin, zumal wo er als wesentlicher Gemengtheil in Gesteinen auftritt, häufiger krystallinisch-körnig ausgebildet ist und nur da, wo er accessorisch erscheint, in normaler Krystallform sich findet. — Seine bedeutende Härte lässt die Anwesenheit des Granats oft schon während des Schleifens vermuthen.

Von den zahlreichen Varietäten der Species Granat sind besonders der Almandin, der Pyrop, der Melanit und weniger der Spessartin petrographisch von Bedeutung.

Der Almandin findet sich als wesentlicher Gemengtheil im Eklogit (Fig. 19, Tafel IV), Kinzigit, Granulit und Eulysit, meistens als krystallinisches Korn, seltener als scharfbegrenzter, glattflächiger Krystall. Seine Farbe ist im durchfallenden Lichte stets roth bis fast wasserhell, wenn der Schliff sehr dünn ist. Die etwas grösseren Individuen pflegen häufig von unregelmässigen Sprüngen und Klüften durchzogen zu sein, auf denen sich dann nicht näher zu bestimmende Infiltrationsproducte abgelagert haben. Auch findet man, dass sich mehrere Körner zu einem scheinbaren Individuum aggregiren. Im Eklogit scheint er nach von Drasche's * Untersuchungen in eigenthümlicher Beziehung zur Hornblende zu stehen, denn dieser fand ihn selbst in solchen Eklogiten, die sonst keine Hornblende enthalten, stets von einem Hofe deutlich dichroitischer, grüner Hornblende umgeben. — Als accessorischer Gemengtheil ist der Almandin in den Gneissen sehr

* Tschermak. Mineralog. Mittheilungen. Wien. 1872. II. 85 sqq.

verbreitet, theils in vereinzelten grösseren Körnern, häufiger aber, wie JENZSCH* bemerkt, in kleinsten mikroskopischen Individuen, und zwar mit Vorliebe im triklinen Feldspath eingewachsen. G. ROSE** fand, dass die in einem Granitgeschiebe aus Pommern eingewachsenen Almandine regelmässig einen kleinen Kern von Quarz umschlossen, und analoge Erscheinungen (die sogenannten Perimorphosen SCHEERER's) wurden an mehreren Granatvarietäten von verschiedenen Fundorten beobachtet. Zumal den Epidot und Calcit, aber auch Quarz, Magnetit, Amphibol und viele andere Mineralien findet man so im Innern einer dickeren oder dünneren Granatkrystallschale. Diese Bildungen wurden längere Zeit für Pseudomorphosen nach Granat gehalten, eine Annahme, deren Unhaltbarkeit SCHEERER darthat. Aber auch SCHEERER's Ansicht, diese Gebilde wären gewissermassen Krystallisationen von aussen nach innen, wurde von A. KNOP*** angefochten, welcher die Auerbacher Granatperimorphosen einem genauen, auch mikroskopischen Studium unterwarf und zu der Ueberzeugung gelangte, die eingeschlossenen und der einschliessende Körper seien wesentlich gleichzeitiger Entstehung. Demnach wären also die Verhältnisse bei diesen „Perimorphosen" einigermassen analog denen bei irgend andern Krystallen mit primären Interpositionen. — Eine andere bei den Granaten sehr häufige Erscheinung, dass sie nämlich einen verschieden gefärbten Kern von Granatsubstanz umschliessen, wurde bereits oben (p. 19) erwähnt.

Auch in den metamorphen Schiefern findet sich der Almandin häufig eingewachsen, doch sinkt er hier, soweit meine Erfahrungen reichen, nicht bis zu mikroskopischer Kleinheit herab. Auch diese Vorkommnisse pflegen den strengsten Anforderungen an Homogenëität nicht zu genügen; so umschliessen die Almandine des Zillerthals ausser dem Chlorit, in welchem sie liegen, zahlreiche Quarzkörner, Magnetite, lange prismatische, farblose Mikrolithe unbestimmter Natur und braune, stark dichroitische Krystallkörner, wahrscheinlich von Epidot. — Der Almandin tritt ebenfalls vereinzelt in den trachytischen und domitischen Gesteinen auf, ist hier meistens hellroth durchsichtig und sinkt nur selten zu eigentlich mikroskopischen Dimensionen herab.

DESCLOIZEAUX (cf. Manuel de Minér. Paris 1862) bestimmte am Almandin von Ceylon $\mu = 1{,}772$ für rothe Strahlen und machte die Beobachtung, dass, wenn die Flächen von ∞O sich kreuzende Streifensysteme zeigen, die Krystalle im auffallenden Lichte bei intensiver

* Neues Jahrbuch für Mineralogie etc. 1867. 168.

** Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft. XXIV. 421. 1872 und Neues Jahrbuch für Mineralogie etc. 1872. 962.

*** Neues Jahrbuch für Mineralogie. 1858. 33.

Lichtquelle einen vierstrahligen Asterismus zeigen, wobei die Strahlen senkrecht zur Streifenrichtung stehen. Im durchfallenden Lichte ist der Asterismus vierstrahlig, wenn man durch eine Platte senkrecht zu einer octaëdrischen Axe schaut, sechsstrahlig dagegen, wenn die Platte senkrecht zu einer trigonalen Zwischenaxe geschliffen wurde. Auch an den Almandinen vom Zillerthal beobachtete ich diesen Asterismus oft sehr schön. Hat man keine besseren Vorrichtungen zum Studium der hieher einschlagenden Erscheinungen, so kann man sich bequem des Mikroskopes dazu bedienen. Man stelle das kleinste Diaphragma ein, nehme das Ocular ab, halte die zu untersuchende Lamelle unmittelbar über den Tubus des Mikroskopes und nähere derselben das Auge soviel wie möglich. Zumal wenn kleine Lamellen untersucht werden sollen, habe ich dieses Verfahren sehr praktisch gefunden; und zwar empfiehlt sich dabei eine intensive künstliche Lichtquelle.

Der Pyrop (Magnesia-Thon-Granat) findet sich äusserst selten in deutlich erkennbaren Krystallen, meistens in Körnern und dann besonders im Serpentin und Olivinfels eingewachsen. Von unregelmässigen Rissen durchzogen, ist er fast immer frei von allen fremden Beimengungen; doch fand ich in losen, angeblich aus dem Orient stammenden Pyropen prächtige Flüssigkeitseinschlüsse und doppelt brechende, braune Körner, ganz ähnlich denen im Almandin vom Zillerthal. Wie v. Drasche um die Almandine der Eklogite regelmässig eine Zone von strahliger Hornblende fand, so bemerkt man an den Pyropen im Serpentin von Zöblitz unter dem Mikroskope fast ausnahmslos eine deutliche Zone von Chrysotil, dessen Fasern senkrecht auf den Umrissen des Pyrops stehen (s. Fig. 66).

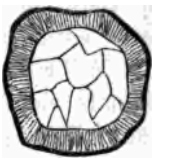


Fig. 66.

Die Spessartine, manganreiche Granate, treten besonders in den Graniten und Pegmatiten mit Vorliebe auf; doch soll auch der von G. Rose * im Porphyrit von Ilefeld am Harze aufgefundene, blutrothe Granat nach DesCloizeaux (l. c.) ein Spessartin sein. —

Eine weitere Verbreitung, zumal in jenen eigenthümlichen basischen Eruptivgesteinen, welche wesentlich aus Leucit, Nephelin, Sanidin, Nosean, Magnetit und Augit bestehen, hat der schwarze Kalk-Eisen-Granat, Melanit; ja derselbe tritt darin so constant und gleichmässig vertheilt auf, dass man ihn mit Recht zu deren wesentlichen Gemengtheilen zählen kann. Bei meistens deutlichen Krystallumrissen wird er mit braunen Farbentönen durchsichtig. Gerhard vom Rath **

* Ztschr. d. deutsch. geol. Ges. XI. 299. 1859.

** Ztschr. d. deutsch. geol. Ges. XIV. 664. 1862.

gibt ihn allerdings als grün durchsichtig vom Perlerkopf an, doch fand ich ihn auch von dieser Lokalität stets braun bis braunroth. Sehr häufig zeigt er in diesen Gesteinen eine sehr schöne, concentrische Schalenstructur (s. Fig. 20. Taf. IV) von grosser Regelmässigkeit. Die abwechselnden Zonen zeigen hellere und dunklere Nüancen von braun und braungelb und wiederholen sich in wechselnder Zahl. Für gewöhnlich ganz frei von Einschlüssen, enthält der Melanit dennoch hie und da Augitfragmente und -Kryställchen und wird seinerseits eingeschlossen im Augit und seltener im Leucit gefunden. Zum Studium der Melanitstructur eignen sich besonders die genannten Gesteine vom Schorenberg bei Rieden, vom Perlerkopf und mehr noch die analogen vom Eichberge und Kreuzberge bei Rothweil, sowie vom Horberig (SW. Fuss des Badberges bei Oberbergen am Kaiserstuhl). An allen den genannten Orten finden sich neben den gut begränzten Individuen auch solche mit gestörten, verschobenen und zerdrückten, zerrissenen Formen. — Die Melanite aus dem Tuff von Frascati haben oft ihrer äusseren Umgrenzung durchaus parallele weisse Kerne (Leucogranat?), daneben zahlreiche Interpositionen von Biotitblättchen und -Leisten und lange, nadelförmige Mikrolithe mit Doppelbrechung und dem optischen Charakter eines klinobasischen Minerals. — Auch die grünen Granate aus den Schiefern von St. Andreasberg am Harz, welche nur spärliche Interpositionen eines schwarzen, undurchsichtigen Minerals (kein Magnetit) enthalten, werden von DESCLOIZEAUX zum Melanit gestellt.

Während die genannten, petrographisch wichtigen Varietäten des Granats sich zum polarisirten Lichte durchaus isotrop verhalten, erwähnt DESCLOIZEAUX* von dem grünlichen Grossular von den Ufern des Wilui in Sibirien, dass er im parallelen, polarisirten Lichte mosaikartig wechselnde Farben zeige, die sämmtlich bei ein und derselben Lage zwischen gekreuzten Nicols ausgelöscht werden; im convergenten, polarisirten Lichte dagegen nimmt man einen breiten, schwarzen Streifen wahr, welcher sich in gewissen Lagen zu einer hyperbelartigen Curve verändert, ähnlich wie bei anisotropen, optisch zweiaxigen Substanzen. — Beiläufig sei erwähnt, dass die wohl zum Grossular zu rechnenden, weissen Granate von Auerbach an der Bergstrasse neben opaker, fremder Mineralsubstanz, unregelmässig gestaltete Einschlüsse eines klinobasischen Körpers von rother bis bräunlicher Farbe und sehr schöne Flüssigkeitseinschlüsse mit beweglicher Libelle führen.

Der Erlan BREITHAUPT's vom Erlahammer bei Schwarzenberg in

---

* Nouvelles recherches sur les propriétés optiques des cristaux etc. Paris 1867. 8.

Sachsen wird von einigen Mineralogen zum Feldspath, von anderen zum Grossular gestellt. Schon DesCloizeaux vermuthet, dass derselbe eher eine Felsart, als ein homogenes Mineral sei und unter dem Mikroskope zeigt er sich als ein deutliches Gemenge, worin trotz starker Zersetzung wenigstens zwei Substanzen noch mit einiger Sicherheit nachzuweisen sind, nämlich ein monoklines Mineral der Pyroxen- oder Amphibolfamilie von grüner Farbe in unvollkommen ausgebildeten prismatischen Individuen und ein doppelt brechender weiss bis farblos durchsichtiger Körper, der die grösste Analogie mit Elaeolith zeigt. Neben diesen beiden findet sich körnige, opake Materie, über deren Natur die Dünnschliffe keine Aufklärung zu geben vermögen. Sehr vereinzelte rundliche bis annähernd quadratische, wasserhelle, isotrope Durchschnitte möchte man für Sodalith halten.

5. Schorlomit.

Der Schorlomit findet sich nur äusserst selten in Krystallen von der Form $\infty O . 2O2$. Meistens bildet er unregelmässig gestaltete, derbe Massen, welche vollkommen fest mit der Gesteinsmasse verwachsen sind. Er verhält sich gegen das Licht durchaus isotrop, wird aber nur in sehr dünnen Lamellen mit tief braunrother Farbe durchsichtig. Von Shepard wurde er in den Ozarkbergen, Magnet Cove, Arkansas, aufgefunden, wo er mit Melanit und Arkansit im Elaeolith eingewachsen vorkommt; dann findet er sich stellenweise mit grosser Regelmässigkeit, stellenweise vereinzelt, in grösseren und kleineren Partieen im Phonolith von Oberschaffhausen am Kaiserstuhl eingesprengt, wo er von Fischer entdeckt wurde. Die grösseren Brocken sind fast ausnahmslos von zahlreichen Apatitnadeln durchspickt und oft zeigt sich unter dem Mikroskope eine seitliche Verwachsung mit Melanit, dessen Umrisse und Schichtenstructur ihn leicht vom Schorlomit unterscheiden lassen, mit dem man ihn sonst wohl verwechseln könnte. Die angegebenen paragenetischen Verhältnisse stimmen ausschliesslich des Muttergesteins (doch ist dieser Phonolith nephelinreich) vollkommen mit denen in Arkansas. Seltener findet man ihn zusammen mit schlackigem Titaneisen in einem Nosean- und Melanit-reichen Nephelin-Leucit-Gestein, welches am Horberig bei Oberbergen am Kaiserstuhl gangartig im körnigen Kalk auftritt. — DesCloizeaux* ist geneigt, im Schorlomit nur einen titanhaltigen Granat zu sehen.

* Nouvelles recherches etc., pag. 9.

6. Analcim.

Literatur.

Gustav Tschermak. Felsarten von ungewöhnlicher Zusammensetzung in den Umgebungen von Teschen und Neutitschein. Sitzber. d. Akad. d. Wies. Wien. LIII. 1te Abthl. 275, 1866.

Der Analcim findet sich in Krystallen von den Formen $\infty O\infty$, 202 und Combinationen derselben oder in krystallinischen Massen ohne streng gesetzmässige äussere Umgrenzung. Derselbe hat noch nicht mit Sicherheit seinen Platz als wesentliches, gesteinsbildendes Mineral eingenommen, wenngleich er schon in manchen Felsarten aufgefunden wurde. So hat man bekanntlich ein doleritisches Gestein von den Scogli dei Ciclopi bei Catania, in welchem er alle Hohlräume tapezirt und oft ganz ausfüllt, nach ihm „Analcimit" genannt. Er bildet hier wasserhelle Krystalle und eben solche krystallinische Partien, die nicht selten neben Nestern eines strahligen Zeolithes noch mikroskopischen Kalkspath enthalten, während von den Drusenwandungen her die Mineralgemengtheile des Gesteines in seine Masse hineinragen. Aber trotz seines massenhaften Auftretens darf man ihn hier nicht zu den constituirenden Gemengtheilen rechnen, da er offenbar secundärer Entstehung ist und nirgends wohl an dem eigentlichen Mineralgewebe Theil nimmt, sondern lediglich auf die Drusenräume verwiesen scheint, mögen diese ursprünglich oder späterer Entstehung sein. —

In ganz ähnlicher Ausbildung findet er sich häufig in verwandten Gesteinen von Castel Gomberto und Montecchio Maggiore im Vicentinischen; selbst die Interpositionen wiederholen sich in ganz übereinstimmender Weise. — Weniger massenhaft tritt er an zahlreichen Localitäten in Drusenräumen und auf Klüften von basaltischen Gesteinen, Mandelsteinen, Phonolithen und verwandten Felsarten auf, theils auch hier wasserhell, öfter aber weiss bis fleischfarben und rosenroth.

Dagegen beschreibt ihn G. Tschermak (l. c.) als wesentlichen Gemengtheil des von ihm Teschenit genannten Gesteins von Boguschowitz, N. von Teschen, welches aus einem deutlich- bis grobkrystallinischen Gemenge von körnigem Plagioklas (Mikrotin), langen, schwarzen und stark glänzenden Hornblendesäulen, statt deren stellenweise Augitprismen eintreten, derbem weissen Analcim, Magnetit, Biotit, Apatit nebst Natrolith und Apophyllit in kleineren Mengen besteht. — Der Analcim zeigt deutliche, hexaëdrische Spaltbarkeit, erscheint weiss und undurchsichtig und ist aufs Innigste mit dem Plagioklas verwachsen.

— Ferner erwähnt ihn STELZNER * als integrirenden Gemengtheil eines Nephelindolerits von São Vicente, einer der Inseln des grünen Vorgebirges.

BREWSTER fand zuerst, dass der Analcim gewisse, abnorme Polarisationserscheinungen zeige. DESCLOIZEAUX ** giebt an, dass Krystalle von den Cyclopeninseln parallel irgend einer Fläche von $\infty O\infty$ durchschnitten, also in der Richtung einer Axe durchblickt, im parallelen, polarisirten Lichte bei gekreuzten Nicols in der Richtung der beiden andern Axen allerdings dunkel erscheinen, während in der Richtung der Diagonalen der Würfelfläche ein mattbläuliches, verwaschsenes Kreuz auftritt. Im convergirenden Lichte sieht man sehr unregelmässige Hyperbeln mit nahe aneinander liegenden Polen, die bei horizontaler Drehung der Platte sich bald zu einem Kreuze vereinen, bald nach zwei auf einander senkrechten Richtungen sich öffnen. Er bestimmte an ihnen $\mu\rho = 1{,}4874$. Im mikroskopischen Dünnschliffe zeigten mir dieselben Analcime unregelmässig gegen einander begrenzte matt- bis tiefblaue und dunkle Stellen bei gekreuzten Nicols, die bei Parallelstellung in das complementäre gelbbraun und farblos umschlugen. Schiebt man in ersterer Stellung eine Calcitplatte zwischen Ocular und Analysator, so findet man, dass in bestimmten Lagen die Interferenzfigur der Calcitplatte gestört erscheint; statt des schwarzen Kreuzes sieht man zwei Hyperbeln, deren Pole keineswegs allzu nahe an einander liegen. Bei horizontaler Drehung des Dünnschliffs wird in gewissen Stellungen das Kreuz wieder hergestellt. Verschiebt man dagegen das Präparat seitlich, so dass abwechselnd dunkle und blaue Stellen in die Mitte des Gesichtsfeldes kommen, so bemerkt man deutlich, wie die Hyperbeln sich dabei alternirend nach zwei auf einander senkrechten Richtungen öffnen, ganz als ständen die blauen und dunklen Stellen in Zwillingsstellung zu einander. — Noch deutlicher zeigen dieses Phänomen die Analcime aus dem Vicentinischen. Die gleichfalls im Stauromikroskope untersuchten Vorkommnisse vom Fassathale und vom Gönnersbohl bei Hilzingen im Hegau (rosarothe Krystalle auf Klüften des Noseanphonolith) liessen keine derartige Erscheinung wahrnehmen.

Das Mineral wird von Salzsäure unter Ausscheidung von gelatinöser Kieselsäure auch im Dünnschliff aufgelöst. — Der Analcim wird

---

* Gesteine von Cap Verden. Verhand. des bergmännischen Ver. in Freiberg; berg- und hüttenmänn. Ztg. XXVI. Nr. 6. 47—48. — N. Jahrb. für Min. 1867. 368.

** Nouvelles recherches sur les propriétés optiques des cristaux etc. Paris, 1867, pag. 5.

hie und da in den Gesteinen als Pseudomorphose nach Leucit angegeben, so in dem Leucitophyr von Rothweil (Eichberg) am Kaiserstuhl. Die zersetzten Leucite dieses Fundortes enthalten, wie schon ZIRKEL * bemerkte, höchst feinkörnige Aggregate oder bestehen stellenweise ganz aus ihnen. Dazwischen sieht man hie und da auch Partien mit kurzfaseriger Structur und entsprechender Aggregatpolarisation und wenn nun auch den körnigen Aggregaten diese durchaus zu fehlen scheint, so ist doch das Mengenverhältniss der polarisirenden und isotropen Zersetzungsproducte ein so wechselndes, dass bisweilen die ersteren entschieden überwiegen. Demnach dürfte es nicht ganz berechtigt sein, selbst auf Grund der bekannten STAMM'schen Analyse hier, hier von einer eigentlichen Pseudomorphose von Analcim nach Leucit zu sprechen.

7. Sodalith.

Literatur.

GERHARD VOM RATH. Mineralogisch-geognostische Fragmente aus Italien. Ztschr. d. deutsch. geol. Ges. XVIII. 620—624. 1866.

H. FISCHER. Kritische mikroskopisch-mineralogische Studien. Freiburg i. B. 1869, pag. 38 sqq.

Der Sodalith ist der natürliche Vertreter jener durch ihre chemische Constitution so auffallenden Gruppe isomorpher regulärer Mineralien, welche aus der Verbindung eines Doppelsilicates mit dem Salze einer andern Säure bestehen und zu denen neben dem Sodalith noch der Hauyn, Nosean, Ittnerit, Skolopsit und Lasurstein gehören. Diese Mineralfamilie besitzt eine noch vor nicht langer Zeit ungeahnte Verbreitung in den krystallinischen gemengten Gesteinen.

Der Sodalith tritt in den Felsarten entweder als Krystallindividuum oder derbe auf. Im ersten Falle zeigt er fast ausschliesslich die Form des Rhombendodekaëders oder bildet Penetrationszwillinge desselben und seine Durchschnitte sind demgemäss theils quadratisch, theils sechsseitig. Bei der starken Neigung zu Bildung von Krystallen mit Flächen von ungleicher Centraldistanz (nach einer trigonalen Axe in die Länge gezogen) sind die Seiten der Durchschnitte selten im Gleichgewichte, sondern meistens paarweise länger und kürzer. — Wo der Sodalith derbe auftritt, da pflegen die mit ihm vergesellschafteten Mineralien seine Umrisse zu bedingen, nicht er die Begrenzung dieser.

Die schönsten Krystalle finden sich in den Somma-Auswürflingen, wasserhell oder von gelblicher, grünlicher oder bläulicher Färbung.

* Ztschr. d. deutsch. geol. Ges. XX. 138. 139. 1868.

Dieselben lassen im Dünnschliff unter dem Mikroskope ihre unvollkommene, rhombendodekaëdrische Spaltung durch wellenförmig verlaufende Risse erkennen und sind oft von idealer Reinheit der Substanz, oft aber auch wimmeln sie von allen Arten von Interpositionen. — Am häufigsten begegnet man auffallend grossen Dampfporen, deren breite, dunkle Umrandung sie sofort von allen andern Einschlüssen unterscheidet. Daneben finden sich zahlreichste Fetzen einer einfach brechenden Substanz in den meisten Fällen mit anhängendem, verhältnissmässig grossen, stark dunkel umrandeten, fixen Bläschen. Dieselbe isotrope Substanz tritt auch als Einschluss in der Krystallform des Wirthes auf und bildet die zierlichsten, scharf begrenzten, mikroskopischen Rhombendodekaeder; doch führt sie in diesem Falle niemals ein Bläschen (s. Fig. 21, Tafel IV.). — Auch deutliche, aber sparsame Flüssigkeitseinschlüsse enthalten diese Sodalithe von der Somma; ihre Libelle bewegt sich nicht spontan, verändert aber bei Erwärmung in deutlicher Weise ihren Ort im Einschluss. Von festen, krystallinischen Interpositionen sind oft zu beobachten: winzige Nephelinkryställchen, zahlreiche Augitfragmente, Biotit-Leistchen und -Blättchen und prismatische Kryställchen mit pyramidaler Endigung, deren Formen und optisches Verhalten für Mejonit sprechen.

Als integrirenden Bestandtheil der eigentlichen Gesteinsmasse fand Gerhard vom Rath (l. c. 608 und 609) den Sodalith in Krystallen im Trachyt von Monte di Cuma bei Neapel. Derselbe bildet hier farblose, weisse bis lichtröthliche Rhombendodekaëder und Penetrationszwillinge dieser Form und setzt mit Mejonit, Sanidin und Augit wesentlich das Gestein zusammen. Ebenso beobachtete er ihn mit Sanidin, Augit, Hornblende und Magnetit in der Gesteinsmasse des Trachyt vom Monte Olibano bei Puzzuoli (l. c. 614) und erklärt die Sodalith-Trachyte als ebenso bezeichnend für die Umgebung Neapels, wie die Noseangesteine für das Gebiet des Laacher See's. In meinen Präparaten von diesem Fundort bildet der Sodalith die denkbar frischesten, farblosen und prächtig himmelblauen Quadrate und Sechsecke, welche nur stellenweise einen fremden Kern enthalten und in welche von dem Rande her einzelne Augitnadeln hineinragen. — Auf der Insel Ischia findet sich ebenfalls der Sodalith im Trachyt von Scarrupata, in welchem er mit Sanidin, Augit, Magnetit und Titanit vergesellschaftet ist. Die Krystalle zeigen die gleichen morphologischen Verhältnisse, wie die von Monte di Cuma, werden farblos durchsichtig, aber mit einer opaken, rothbräunlichen peripherischen Zone und enthalten dabei einen fremden Kern, welcher aus den mit dem Sodalith associirten Mineralien besteht. Ferner enthalten noch die Trachyte von Monte

[illegible] auf Ischia den Sodalith in ihrer [illegible] spärlich auf, denn GERHARD [illegible] dem Chlorgehalt der genannten Felsarten [illegible] auf 10–12 % der gesammten Gesteinsmasse. — Im Tra[illegible] von Aguano erwähnt schon JUSTUS [illegible] den Sodalith. Für diese höchst interessanten Vorkommnisse, [illegible] man dem unermüdlichen Forscheneifer GERHARD VOM [illegible] verdankt, haben sich übrigens bislang keine Analoga von an[illegible] Localitäten gefunden. In Drusenräumen von der Entstehung [illegible] verwandten Gesteinen ist er dagegen nicht selten: so bespricht [illegible] aus den Vesuvlaven und A. KNOP*** fand ihn [illegible] denselben Verhältnissen im Nephelindolerit von Meiches im [illegible].

Verwachsen mit Feldspath, Eudialyt und Arfvedsonit findet sich krystallisirter Sodalith eingelagert im Glimmerschiefer von Kangerd[illegible] in Grönland. Derselbe hat meistens eine graugrünliche Farbe, [illegible] im Dünnschliff wasserhell durchsichtig und liegt mit scharfen Krystallumrissen in dem krystallinisch-körnigen Feldspath, aus dessen farbigem Grunde er sich zwischen gekreuzten Nicols prächtig dunkel, zwischen parallelen farblos hell abhebt, wobei die zahllosen krystallinischen Interpositionen, die er mit dem Feldspath gemein hat, in den schönsten rothen und grünen Farben erglänzen (s. Fig. 22, Tafel IV). Unter diesen erkennt man bei stärkeren Vergrösserungen deutlich blaugrüne kurze Prismen und ebensolche lange Nadeln eines rhombischen Minerals (vielleicht der Enstatitfamilie), dann grüne, deutlich dichroitische Täfelchen und Fetzen einer klinobasischen Substanz, die recht genau mit dem Arfvedsonit stimmt, welcher den Sodalith begleitet; ferner Biotitblättchen und -Leisten und dichtgedrängte Reihen und Wände von rundlichen Einschlüssen, die theils Bläschen führen, theils ein solches auch bei stärkster Vergrösserung nicht erkennen lassen. Ihre Natur lässt sich nicht mit Sicherheit bestimmen, doch weisen die scharfen Ränder und die oft vorhandenen Bläschen auf Flüssigkeitseinschlüsse hin (s. Fig. 23, Tafel IV). Auf capillaren Rissen und Spältchen haben sich stellenweise opake Infiltrationsproducte abgelagert. Dass der Sodalith hier nicht etwa, trotzdem er farbig polarisirende Stellen, die durchaus dem schon angegriffenen, begleitenden Feldspathe gleichen, einschliesst, durch Zersetzung des Feldspathes entstand, das

* JUSTUS ROTH. Vesuv, 499.
** N. Jahrbuch für Miner. 1869. 180.
*** N. Jahrbuch für Miner. 1865. 695.

beweisen seine Frische, seine scharfe Krystallumgränzung und der Umstand, dass er auch in mikroskopischen Individuen im Arfvedsonit eingewachsen vorkommt.

Von ausserordentlicher Verbreitung ist der Sodalith im körnigen krystallinischen Zustande in jenen syenitischen älteren Gesteinen, die man eben wegen ihres Sodalith- und Elaeolith-Gehaltes mit den jüngeren nephelin- und noseanführenden Phonolithen und den eigentlichen Nepheliniten parallelisiren kann, nämlich in den Zirkonsyeniten Norwegens und Grönlands und im Miascit des Ilmengebirges. Im letzteren ist er sogar so constant und so häufig, dass er von vielen Petrographen als ein wesentlicher Gemengtheil angesehen wird. — Hierher gehören die bekannten Vorkommnisse von der Insel Lamoe bei Brevig in Norwegen und vom Hüttenwerke Miask im Ilmengebirge Sibiriens. Am ersteren Orte ist der Sodalith mit Feldspath und Elaeolith so innig verwachsen, dass man ihn im mikroskopischen Präparate nur im polarisirten Lichte sofort erkennt, wenn er in Folge der grossen Dünne seine blaue Färbung nicht mehr geltend machen kann. Er bildet Schnüre und gangartige Streifen im Feldspath, deren Breite sich ziemlich gleich bleibt und deren seitliche Ränder meistens den Spaltungsrichtungen des Orthoklases parallel laufen. Frei von mikrolithischen Einschlüssen führt der Sodalith nur Reihen rundlicher und länglicher Poren, deren Natur Fischer fraglich lässt und die ich auch in meinen Präparaten nicht bestimmen konnte, sowie Fetzen des mit ihm verwachsenen Feldspathes. — Ganz genau so, nur meistens noch deutlicher zu beobachten, sind die Verhältnisse beim smalteblauen Sodalith im Miascit, dessen Farbe selbst im dünnsten Schliff noch erkenntlich bleibt. Hier lassen sich auch die rundlichen und schlauchförmigen „Poren" mit grosser Sicherheit als Flüssigkeitseinschlüsse bestimmen, denn sie führen Libellen, die sich bei Temperaturerhöhungen bewegen.

Im grobkörnigen Gemenge mit Orthoklas, Elaeolith und Cancrinit bildet der blaue, derbe Sodalith die Gesteinsspecies Ditroit, ein untergeordnetes Glied des grossen Syenitstocks von Ditró in Siebenbürgen. Die lavendelblauen Fetzen und Tafeln desselben sind stets rundum vom Feldspath eingeschlossen, welcher im polarisirten Lichte eine eigenthümliche Streifung nach zwei senkrecht zu einander stehenden Richtungen erkennen lässt, die auf perthitartige Verwachsungen hinweist. Die verhältnissmässig sehr homogene Substanz, in welcher man nur Amphibolblättchen eingeschlossen findet, wird von regellos verlaufenden Rissen und Sprüngen durchzogen, seitlich von welchen körnige Infiltrationsproducte sich finden.

Der Sodalith gelatinirt leicht mit Salzsäure und Schwefelsäure.

8. Hauyn.

Literatur.

H. Fischer, Kritische mikroskopisch-mineralogische Studien. Freiburg i. B. 1869. p. 35.

Ferd. Zirkel. Unters. üb. d. mikrosk. Zusammensetz. u. Structur d. Basaltgest. Bonn 1870. 79 sqq.

Ferd. Zirkel. Hauynophyr von Melfi. N. Jahrb. f. Min. 1870. 818.

Der Hauyn tritt niemals, wie der Sodalith in grösseren derben Partieen in den Felsarten auf, sondern stets als Krystall, als Krystallfragment oder als kleines krystallinisches Korn; auch reicht er nicht bis in so alte Gebirgsmassen hinauf, wie der Sodalith, sondern ist wesentlich auf die pyroxenen Laven und basaltischen Gesteine beschränkt, wenngleich er sich auch an einzelnen Fundorten in den Trachyten und Phonolithen findet.

Wie seine Krystallform, so sind natürlich auch seine Durchschnitte ganz dieselben, wie beim Sodalith, so dass man zur Unterscheidung dieser Mineralien von einander und vom Nosean oft auf die chemische Untersuchung angewiesen ist, sobald die Mikrostructurverhältnisse derselben nicht hinreichend scharf ausgeprägt erscheinen. Die Farbe derselben kann jedenfalls kein entscheidendes Kriterium bilden, da sie bei allen dreien sehr wechselnd zu sein pflegt. — Als die typischen Repräsentanten der Species Hauyn sind unzweifelhaft die schönen Krystalle in den Somma-Auswürflingen und die von Albano, dann die Körner aus dem Sanidinit vom Laacher See und aus der Mühlsteinlava von Niedermendig und endlich die Vorkommnisse von Melfi anzusehen, die das Material zu den Analysen lieferten. Die Hauyne von der Somma und vom Laacher See zeigen unter dem Mikroskop eine so grosse Aehnlichkeit, dass eine Unterscheidung derselben im Dünnschliff wohl nicht möglich sein dürfte. Beide sind selbst in sehr dünnen Präparaten schön himmelblau und zeigen eine recht homogene Substanz. Hier spärlichere, dort häufigere Risse durchsetzen sie in regellosen Richtungen und von fremden Einlagerungen zeigen meine Präparate neben wenig zahlreichen, bisweilen mit mehreren Bläschen versehenen Glaseinschlüssen nur stellenweise mässig angehäufte, meistens erst bei stärkeren Vergrösserungen als solche zu erkennende Dampfporen (s. Fig. 24, Taf. IV.), oft aber auch sinken diese bei schwachen Vergrösserungen staubartig erscheinenden Einschlüsse zu so minimalen Dimensionen herab, dass eine Entscheidung über die Natur derselben nicht mehr möglich scheint.

Ganz ebenso frei von fremder Mineralsubstanz sind die Hauynkörner aus der Lava von Niedermendig; dieselben zeigen nur in sich mannigfach kreuzenden und schneidenden Reihen und Wänden angeordnete, mikroskopische Pünktchen und Strichelchen, welche sich erst bei mehrhundertfacher Vergrösserung auflösen. Fig. 25, Taf. V giebt diese Einschlüsse bei 700facher Vergrösserung wieder; man bemerkt zahllose rundliche bis langcylindrische und schlauchförmige Gestalten, die wie leere Poren aussehen. Dass sie indessen keine Dampfporen sind, wie im Vesuvischen Hauyn und dem vom Laacher See, das beweisen ihre scharfen schmalen Ränder. Nur einzelne dieser Gebilde führen ein Bläschen, doch konnte ich selbst bei Erwärmung niemals eine Bewegung mit Sicherheit daran wahrnehmen und muss es dahin gestellt sein lassen, ob es Glas- oder Flüssigkeitseinschlüsse seien.

Sehr verschieden zeigen sich die blauen bis farblosen Hauyne von Albano. Neben häufigeren Glaseinschlüssen und spärlichen Gasporen sieht man in der isotropen Hauynsubstanz ebenfalls nur sehr vereinzelte Augit-Fragmente und Säulchen und mikroskopische Melanitkryställchen.

Demselben Mangel an ursprünglichen krystallinischen Interpositionen begegnet man bei dem Hauyn von Melfi, welcher mit Nephelin, Leucit, Augit, Melilith und Magnetit das „Hauynophyr" genannte Gestein bildet. Der Hauyn ist theils von blauer, theils lichte graugelber Farbe, theils farblos. Bei den grösseren Krystallen wechseln diese Farben nicht selten in ein- und demselben Individuum, hier in unregelmässigen Fetzen, dort in concentrischen Zonen, wie in Fig. 26, Taf. V. Die Durchschnitte sehen dabei oft in ihrer ganzen Ausdehnung in Folge massenhafter Dampfporen, graubräunlicher Glaseinschlüsse und dieselben begleitender opaker Körnchen wie fein und dicht bestaubt aus; nicht selten häufen sich diese Interpositionen central und peripherisch so an, dass sie den Krystall vollständig undurchsichtig machen. Kleinere Individuen, bei denen sich die dunkle Peripherie und das dunkle Centrum unmittelbar berühren, bleiben denn auch häufig in den dünnsten Präparaten so durchaus opak, dass hie und da eine Verwechslung mit Magnetit unterlaufen könnte, wenn nicht der Mangel des Metallglanzes im reflectirten Lichte und die allmähligen Uebergänge dieser in durchsichtige Hauyne zur richtigen Deutung führten. — In manchen Hauynen haben sich auch diese Einschlüsse sehr regelmässig in parallelen Linien geordnet, welche dieselben in den Richtungen der krystallographischen Axen durchziehen, so dass man also bei quadratischen Durchschnitten (Projectionen auf $\infty O \infty$) zwei im Sinne der Diagonalen laufende Strichsysteme hat, in

hexagonalen (Projectionen auf O) dagegen bei vollkommenster Ausbildung drei sich unter 120° schneidende Strichsysteme wahrnimmt, welche einen sechsstrahligen Stern bilden, dessen Strahlen normal zu den Seiten des Sechsecks stehen. In höchster Vollendung und mit grosser Constanz findet sich diese eigenthümliche Mikrostructur beim Nosean; ja sie tritt hier mit solcher Regelmässigkeit auf, dass das Fehlen derselben gegen die Annahme von Nosean sprechen würde, wenn gleich ihre Anwesenheit noch nicht entscheidend auf Nosean hindeutet, da sie sich, wie eben gesagt, auch am eingewachsenen Hauyn hie und da findet. — Die rothe Farbe des Hauyns von Melfi ist ihm nicht wesentlich, sondern wird nur durch die häufigen Einlagerungen von Hämatit-Täfelchen und -Fetzen bedingt, welche sich auf den capillaren Rissen und Sprüngen des Minerals angesiedelt haben (s. Fig. 26, Taf. V). ZIRKEL (l. c.) bemerkt vollkommen richtig, dass sie secundäre Infiltrationsproducte, nicht etwa primäre Einschlüsse seien. In ihrer Anwesenheit hat man also den Ausdruck der Fluidalstructur durch molekulare Bewegungen zu sehen, da sie sich niemals in der festen Masse, sondern stets nur da finden, wo von vornherein den circulirenden Gewässern ihre Wege gewiesen waren. Besonders liebt es auch der Hämatit, kranzartig den Hauyn zu umgeben, dessen Umrisse oft in der auffallendsten Weise verbogen und zerrissen sind — ein Umstand, der auf Massenbewegung bei der Bildung des Gesteines schliessen lässt.

Bei der Unsicherheit der Unterscheidung des Hauyn vom Nosean ohne chemische Analyse ist es schwer, mit Bestimmtheit die Grenzen seiner Verbreitung in den Gesteinen anzugeben. Am häufigsten scheint er in den pyroxenischen Laven (Difelder Stein bei Wehr, Bürresheim und St. Johann, Hannebacher Ley, im Laacher See-Gebiet, Scharteberg bei Kirchweiler in der Eifel) und in den nephelinreichen, basaltischen Gesteinen aufzutreten. Aber auch in Phonolithen ist er kein allzuseltener Gast und findet sich hier auch zusammen mit dem so nahe verwandten Nosean. Beispielsweise überwiegt er in manchen Phonolithen des Hohentwiel den Nosean an Menge, während er in anderen Hegauer Phonolithen (Heilsberg bei Hilzingen, Staufen) gänzlich zu fehlen scheint; ganz analog sind die Verhältnisse bei den nephelinreichen Phonolithen und eigentlichen Nepheliniten aus der Gegend von Oberbergen und Rothweil am Kaiserstuhl. Ebenso findet man beide Mineralien neben einander im Nephelinit vom Katzenbuckel bei Eberbach im Odenwald. Auch im Leucitophyr von Rieden fand ich Hauyn neben Nosean, ja hier sogar unter Verhältnissen, die ich nur als Umwachsung des einen durch den andern zu deuten weiss.

Die Mikrostructur der eingewachsenen Hauyne ist meistens ganz ähnlich der beim Hauynophyr von Melfi beschriebenen, wenn man sich die Hämatitblättchen hinwegdenkt. Er besteht aus helleren Centren mit dunklerer Peripherie oder umgekehrt aus dunklen Centren mit hellerer Peripherie, in welchem Falle diese aber sehr häufig eine durch molekulare Umwandlungsprocesse bedingte Aggregatpolarisation zeigt. Auch wechseln helle und dunkle Zonen oft mehrmals ab. Sehr kleine Individuen sind häufig ganz opak. — Die Farben des Hauyns wechseln sehr. In den meisten Gesteinen blau, trifft man ihn bisweilen roth bis rothbraun in der Mühlsteinlava von Niedermendig und im Nephelinit vom Katzenbuckel, grün, graugelb und farblos im Phonolith vom Hohentwiel und Mägdeberg im Hegau, schön gelb in den Nepheliniten vom Horberig bei Oberbergen, und bei allen diesen Vorkommnissen ist auch ein Farbenwechsel in ein- und demselben Individuum keine seltene Erscheinung. —

Wo keine chemische Untersuchung möglich ist, wird man wohl berechtigt sein, im Hinblick darauf, dass bei den typischen Hauynen die mikroskopischen Strichsysteme entweder ganz fehlen (Vesuv, Laach), oder doch nicht mit Regelmässigkeit auftreten (Melfi), während dieselben in allen typischen Noseanvorkommnissen angetroffen werden, diejenigen eingewachsenen, schwefelsäurehaltigen Mineralien der Sodalithgruppe, welche keine sich kreuzenden Strichsysteme zeigen, zu dem Hauyn zu zählen, während man die gestrichelten nicht mit Sicherheit hierher rechnen darf. Dabei bleibt es allerdings noch immer fraglich, ob man trotz gewisser Unterschiede in den analytischen Resultaten nicht besser thut, Hauyn und Nosean in eine Species zu vereinen. Vielleicht auch dürfte es nicht unangebracht sein, die Schwankungen im Kalk-, Natron- und Chlorgehalt dieser Mineralien durch eine Verwachsung oder Vertretung der drei isomorphen Molecülgruppen Sodalith, Nosean und Hauyn zu erklären.

Unter den eigentlichen Basalten erwähnt Zirkel* den von Uffeln bei Cassel und den Nephelin-Leucit-Basalt vom Hamberge bei Bühne in Westphalen als hauynführend, giebt aber bei letzterem besonders an, dass eine sichere Entscheidung, ob Hauyn, ob Nosean nicht möglich sei. — H. Möhl** führt den Hauyn mit grosser Bestimmtheit, aber ausnahmslos mit dem Nosean-Strichsysteme in den Basalten von Desenberg bei Warburg, vom Thurmberge bei Elbersberg, von Annaberg in Sachsen, und von Brambach zwischen Eger und Adorf an. —

---

* N. Jahrb. f. Miner. 1872. 7.

** N. Jahrb. f. Miner. 1872. 77.

L. Dressel* beschreibt den Hauyn aus dem Trachyt vom Laacher-See, dem auch nach seinen Beobachtungen das Strichsystem fehlt und A. v. Lasaulx** erwähnt ihn im Phonolith von der Roche Sanadoire in der Auvergne, jedoch mit Anerkennung der Unsicherheit der Bestimmung gegenüber dem Nosean. Ich beobachtete ihn in dem olivinreichen Nephelinbasalt*** vom Rossberge bei Darmstadt.

Im Allgemeinen sind die Hauyne entsprechend ihrem Krystallsystem absolut isotrop. Doch bemerkt man an den Körnern aus dem Trachyt vom Laacher See nicht selten schon unter dem Mikroskop bei gekreuzten Nicols verwaschene Polarisationserscheinungen und zwar um so schöner, je energischer blau die Präparate sind. Im Stauromikroskop bewirken sie dann in gewissen Stellungen einen Zerfall des Kreuzes in Hyperbeln mit mehr weniger genäherten Polen. Bei Anwendung des convergirenden polarisirten Lichtes im Nörremberg'schen Apparat wurde die Erscheinung nicht präciser und von isochromatischen Curven trat keine Spur auf. Ganz gleich verhielten sich die Hauyne der Somma-Auswürflinge. Nur zeigten noch einige derselben in höchst zierlicher und deutlicher Weise bei gekreuzten Nicols ein kleines, blaues Kreuz, dessen Centrum stets mit einer grösseren Dampfpore zusammenfiel, so dass man wohl mit Brewster diese Erscheinung auf molekulare Spannungen in der isotropen Masse zurückzuführen berechtigt ist, die von den eingeschlossenen Gasen resultiren. — Alle andern untersuchten Hauyne zeigten keinerlei optische Anomalien.

Mit Säuren gelatiniren die Hauyne auch im Dünnschliff recht rasch und leicht. —

9. Nosean.

Literatur.

Ferd. Zirkel. Ueber die mikroskopische Zusammensetzung der Phonolithe. Pogg. Ann. CXXXI. 312. 1867.

Gerhard vom Rath. Skizzen aus dem vulkanischen Gebiet des Niederrheins. Ztschr. der deutsch. geol. Ges. XIV. 663. 1862.

Ferd. Zirkel. Ueber die mikroskop. Structur der Leucite etc. Ztschr. d. deutsch. geol. Ges. XX. 137. 1868.

H. Fischer. Kritische mikroskopisch-mineralog. Studien. Freiburg i. B. 1869. 36.

H. Rosenbusch. Der Nephelinit vom Katzenbuckel. Freiburg i. B. 1869. 35.

Der Nosean findet sich nie in grösseren derben Massen in den Felsarten, selbst nicht in Körnern wie der Hauyn, sondern stets in

* N. Jahrb. f. Min. 1870. 569.

** N. Jahrb. f. Min. 1872. 352.

*** N. Jahrb. f. Min. 1872. 618.

mehr oder weniger vollkommenen Krystallen, theilt dagegen mit dem Hauyn die Eigenschaft, auf die krystallinischen Silicatgesteine jüngeren Alters beschränkt zu sein. Seine Krystallform ist das Rhombendodekaëder und demnach sind seine Durchschnitte, wie die des Hauynes, quadratisch oder sechseckig; doch pflegen ihre Umrisse in Folge der Neigung der Krystalle zu Verzerrungen nach einer trigonalen Zwischenaxe oft ziemlich unsymmetrisch zu sein. Ueberdiess sind dieselben sehr häufig in der unregelmässigsten Weise verbogen, zerdrückt, abgerundet und zerrissen (Fig. 67); hie und da sind sogar die Krystalle in mehrere gesonderte Fragmente zerbrochen, zwischen welche sich die Gesteinsmasse hineingedrängt hat. Dann findet man auch oft mehrere Noseankrystalle in der willkührlichsten Weise mit einander verwachsen, wobei sie an der Verwachsungsstelle aufs Innigste mit einander verflösst zu sein pflegen.

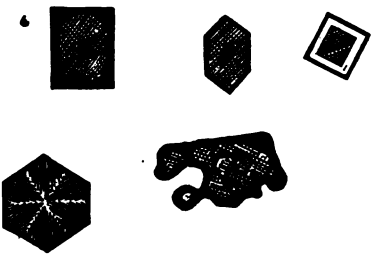


Fig. 67. Noseane aus Phonolith vom Hellsberg bei Hilzingen. Hegau.

Wie kaum irgend ein anderes Mineral in den Gesteinen ist der Nosean durch seine auffallende und durchaus constante Mikrostructur charakterisirt. Gegen die übrigen mit ihm associirten Gemengtheile pflegt er in den meisten Fällen durch einen verhältnissmässig breiten, opaken Rand von blauschwarzer oder braunschwarzer Farbe abzugrenzen, welcher schon Gerhard vom Rath,* der wohl zuerst dieses Mineral mikroskopisch untersuchte, auffiel. Er machte zugleich die Beobachtung, dass beim Ablösen des Noseans aus dem Gestein diese äussere Zone an den Wandungen des Hohlraums haften bleibe, den er zurücklässt. Der dunkle Rand geht meistens ziemlich plötzlich, nicht durch allmählige Abstufungen in eine hellere Zone über (s. Fig. 67, sowie auf der Tafel V Fig. 29), die nun ihrerseits einen der äusseren Umrandung ganz analogen dunklen Kern umschliesst. Dieser Wechsel von hellen und opaken concentrischen Theilen kann übrigens auch im umgekehrten Sinne erfolgen, so dass von aussen her der Krystall mit einer hellen Zone beginnt (Fig. 27, Tafel V); er kann sich mehrfach wiederholen oder umgekehrt durch den Mangel eines opaken Kernes sich vereinfachen. Auch findet man sehr oft gänzlich opake braune bis schwarze Individuen, die kaum in den dünnsten Präparaten eben durchscheinend werden. — Sehr deutlich bemerkt man bei den noch

* Ausser der citirten Stelle vgl. noch Ztschr. d. deutsch. geolog. Ges. XII. 36. 1860 und XVI. 105. 1864.

unzersetzten Noseanen in regelmässiger Wiederkehr wenigstens in den durchsichtigen Theilen derselben zwei oder drei Systeme von feinsten, parallelen dunklen Strichen, die sich unter 90°, 60° oder 120° schneiden und in dieser Form für den Nosean in hohem Maasse charakteristisch sind. Den dunklen Strichen entsprechen natürlich ebenso viele helle und wo erstere stellenweise sehr dicht gedrängt, dann aber weiter auseinander liegen, hat man nicht den Eindruck dunkler Striche auf hellem, sondern umgekehrt heller Striche auf dunklem Grunde (Fig. 27, Taf. V). In den rechtwinkligen Durchschnitten parallel zu zwei Axen laufen dieselben von jeder Ecke zu der diametral gegenüberliegenden, in den regelmässig sechsseitigen dagegen trifft man bei vollkommener Entwicklung drei Strichsysteme, von denen jedes auf zwei gegenüberliegenden Seiten senkrecht steht (Fig. 67). Es müssen dieselben daher in drei zu einander senkrechten Richtungen parallel den krystallographischen Axen verlaufen. Doch findet man nicht immer eine solche schematische Regelmässigkeit, vielmehr ist oft eines oder das andre dieser Strichsysteme mangelhaft oder gar nicht entwickelt. Wo es gelungen ist, auch die opaken Partieen des Krystalls durchsichtig zu machen, da bemerkt man deutlich, dass nicht etwa die Strichsysteme an ihnen absetzen, wie es sonst den Anschein hat, sondern den Krystall in seiner ganzen Ausdehnung durchziehen. Bei genauerer Betrachtung sieht man, dass dieselben aus höchst geradlinig gelagerten Pünktchen und längeren feinsten Strichen bestehen, deren Natur erst bei sehr starken Vergrösserungen und in sehr dünnen Präparaten erkennbar wird. Da ergiebt es sich denn, dass es theils Glaseinschlüsse mit einem oder mehreren fixen Bläschen, theils aber unbestimmbare, opake Körner sind, die sich zu den zarten dunklen Strichen geordnet haben. Gute Dünnschliffe lassen dann auch erkennen, dass die Opacität des Randes und Kernes lediglich eine Folge der ungeheuern Anhäufung der gleichen Gebilde ist. In den hellereen Partieen des Noseans liegen diese Pünktchen ebenfalls, wenn auch nicht so massenhaft angehäuft, doch in hinreichender Menge, um die Durchschnitte wie dicht bestaubt erscheinen zu lassen. Mitten unter denselben finden sich hier aber auch schon bei schwachen Vergrösserungen als bläschenführende Glaseinschlüsse erkennbare grössere Gebilde von gelblicher, grünlicher bis bräunlicher Farbe in grosser Anzahl. Seltener erscheinen eigentliche Gasporen und nur vereinzelt Flüssigkeitseinschlüsse, wie ZIRKEL angiebt, der sie sogar im Nosean von Monte Vulture bei Melfi als häufig aufführt. Endlich aber treten noch im Nosean mikrolithische Körper auf, welche dem Hauyn fast absolut fehlen. Dieselben liegen sowohl in den pelluciden Theilen, wie in den opaken, und in den

letzteren fast stets mit ihrer Längsaxe genau im Sinne der Strichsysteme; — ein Parallelismus, dem sich nur vereinzelte, grössere Individuen entziehen. Man bemerkt unter ihnen vorwiegend lange nadelförmige Gestalten mit beiderseitiger Zuspitzung; sie sind gelblich, bräunlich bis schwarz und da man nicht selten alle diese Farben an einem Individuum in der Längsrichtung desselben wechselnd findet, müssen mit Bestimmtheit alle diese Gebilde als identisch angesehen werden. Die langen Prismen zeigen alle möglichen Uebergänge in kürzere, dickere Säulchen und in tafelförmige, sechsseitige Figuren (Fig. 28, Taf. V). Wegen der zu grossen Opacität der Noseansubstanz bei den zum Studium solcher Interpositionen nöthigen Vergrösserungen wollte es nicht gelingen, ihr optisches Verhalten mit Bestimmtheit zu erkennen. Dagegen beobachtet man zumal an den kürzer prismatischen und tafelförmigen Individuen die Anwesenheit eines oder mehrerer fixer Bläschen und kann an diesen Einschlüssen manchmal mit dem LEESON'schen Goniometer recht gute Winkelmessungen machen. Dieselben widersprechen nicht einer Annahme, welche der Augenschein nahe legt, dass nämlich diese Körperchen Rhombendodekaëder seien, ganz wie ihr Wirth selbst stark nach einer trigonalen Axe verzerrt. Alle diese Verhältnisse erregen die Vermuthung, dass die scheinbaren krystallinischen Mikrolithe gar keine solche seien, sondern vielmehr Glaseinschlüsse, welche in schon mehrfach angegebener Weise die Krystallform ihres Wirthes im Negativ wiederholen. Leider ist, wie schon bemerkt, eine entscheidende optische Untersuchung darüber, ob sie einfach oder doppelt brechend sind, nicht wohl auszuführen. Auffallend bliebe es allerdings bei dieser Annahme, dass diese glasigen Pseudomikrolithe so verschieden in der Färbung von den unverkennbaren Glaseinschlüssen sind. Noch muss bemerkt werden, dass doppelt brechende, prismatische Mikrolithe keineswegs fehlen. Dieselben sind aber grün, führen keinerlei Bläschen und kommen auch für sich allein selbstständig in der Gesteinsmasse vor, was die Pseudomikrolithe niemals thun; man kann sie mit grosser Wahrscheinlichkeit dem Augit zuzählen. — Auf mikroskopischen Spalten und Klüften hat sich oft Eisenoxydhydrat in dendritischen Formen abgelagert.

Die Farben des Nosean sind ebenso wechselnd, selbst an demselben Fundorte, wie beim Hauyn und im Allgemeinen haben beide Mineralien die gleichen Farben; nur pflegen die des Hauyns reiner zu sein. Interessant ist die Thatsache, dass bei allen den isomorphen Körpern der Sodalithgruppe die Farben durch Glühen sich ändern. Die Noseane zeigen nach Einwirkung starker Hitze im Allgemeinen lichtere Farben, einzelne auch dunklere und noch andere nehmen die

blaue Färbung des Hauyn an.* L. DRESSEL,** welcher die Noseane im Trachyt vom Laacher See untersuchte, machte dieselbe Beobachtung und parallelisirte den Farbenwechsel des Nosean mit dem des künstlichen Ultramarins; zugleich versuchte er die Identität des färbenden Princips in beiden Substanzen darzuthun, welches beim Ultramarin eine Heparverbindung zu sein scheint. Den dazu erforderlichen Schwefel hatte bereits früher G. VOM RATH neben der Schwefelsäure in einem Falle nachgewiesen und DRESSEL fand ihn in allen Noseanen, die der Farbenveränderung beim Glühen fähig waren. — Geglühter Hauyn wird anfangs tiefer blau, dann aber farblos. — Der blaue Sodalith von Litchfield verliert nach WHITNEY's Beobachtungen*** seine Farbe v. d. L. — Ebenso fand GUSTAV ROSE,† dass der grüne Sodalith von Kangerdluarsuk und der blaue von Miask vor dem Löthrohr farblos werden und nimmt an, dass bei diesen eine organische Substanz die Färbung bedinge.

Bei eintretender molekularer Veränderung pflegt der Nosean schmutzig graugelb zu werden und eine fasrige Structur anzunehmen; die Fasern gruppiren sich dann zu Aggregaten, die ZIRKEL sehr passend mit Eisblumen vergleicht, und zeigen die entsprechenden Polarisationserscheinungen unter dem Mikroskope. Gewöhnlich beginnt die Zersetzung in den pelluciden Zonen, erstreckt sich aber bald auch auf die opaken Partieen. Dabei geht nach und nach die Mikrostructur verloren, die Strichsysteme verschwinden, der Gegensatz von hellen und dunklen Zonen ist nicht mehr bemerklich, und schliesslich ist der ganze Krystall zu einem Aggregat von Natrolithnadeln geworden. In besonders prägnanter Weise treten diese Umwandlungsstadien in den noseanführenden Gesteinen vom Kaiserstuhl und Hegau hervor. Körnige Zersetzungsproducte sind selten im Nosean und wo sie auftreten, bleibt es noch zweifelhaft, ob nicht der Schnitt tangential zu einem Faseraggregat liegt.

Der Nosean findet sich in schönen aufgewachsenen Krystallen in den Auswürflingen vom Laacher See und wurde als häufiger Gesteinsgemengtheil zuerst in den Leucitophyren vom Selberg und Schorenberg bei Rieden bekannt; dann in den sog. Phonolithen von Olbrück und im Nosean-Melanitgestein vom Perlerkopf im Brohlthale; hier oft prächtig blau mit braunem Rande (Fig. 29, Taf. V). Ueber alle diese Vorkommnisse verdankt man G. VOM RATH (l. c.) die ersten genauen

* Ztschr. d. deutsch. geol. Ges. XVI. 84. 1864.

** N. Jahrb. f. Miner. 1870. 562 sqq.

*** Pogg. Ann. LXX. 431—447.

† Reise nach dem Ural. II. 54.

Untersuchungen. ZIRKEL's Verdienst ist es, den Nosean als wesentlichen Gemengtheil in den nephelinführenden Phonolithen erkannt zu haben (l. c.). Ferner tritt er mit grosser Beständigkeit in den eigentlichen Nepheliniten auf, sowohl in solchen, die zu den ächten Basalten zu zählen sind, wie in denen, die durch Aufnahme von Sanidin und stellenweise Hornblende statt des Augit sich petrographisch den Phonolithen nähern. Zu den ersteren gehören die Gesteine vom Katzenbuckel im Odenwald z. Th. und vom Hauenstein bei Schönwald, worin ZIRKEL* ihn beschreibt; zu den letzteren besonders manche Gesteine aus der Gegend von Oberbergen am Kaiserstuhl. Alle diese Gesteine mit ihren Noseanen bilden nach mancher Beziehung ein interessantes jüngeres Analogon zu den älteren sodalithführenden Foyaiten, Miasciten, Elaeolithsyeniten und Ditroiten.

Zum Studium der Noseanmikrostructur eignen sich ganz vorzüglich die Vorkommnisse aus dem Laacher See-Gebiet, vom Horberig bei Oberbergen am Kaiserstuhl und unter den Hegauer Phonolithen zumal die vom Heilsberge bei Hilzingen und vom Hohenkrähen.

Der Nosean löst sich leicht in Säuren und bildet erst bei ziemlicher Concentration eine Gallerte.

Anhang. Zu der Sodalithgruppe werden noch zwei Mineralkörper als selbstständige Species gerechnet, die bislang nur von einem Fundorte am Kaiserstuhl bekannt sind, nämlich der Ittnerit und der Skolopsit. Beide finden sich eingewachsen in einem aus Sanidin, Nephelin, Nosean, Melanit, Augit und Hornblende bestehenden Gesteine, dem wenig Leucit und Magnetit beigemengt sind; dasselbe bildet einen Gang im körnigen Kalk, welchen man fast vom SW. Fusse des Badberges (gleich oberhalb des Horberig) bis über die halbe Höhe desselben, mehrmals den sogenannten Steinriesenweg kreuzend, verfolgen kann. Der Ittnerit bildet kleinere und grössere unregelmässige Massen von aschgrauer bis graublauer Farbe, oft mit deutlicher Spaltbarkeit nach ∞O und ist wohl nur sehr vereinzelt in Krystallen angetroffen; (das hiesige akademische Mineraliencabinet besitzt nur einen, aber von aussergewöhnlicher Grösse und Schönheit, in der Form eines in der Richtung einer trigonalen Zwischenaxe verlängerten Rhombendodekaëders). — Der Skolopsit findet sich in lichtgrauen bis fleischfarbenen, derben Massen ohne deutliche Spaltbarkeit und mit splittrigem Bruche. Die Analysen beider Substanzen stimmen in gewissen Grenzen mit denen vom Hauyn und Nosean, und stehen gleichsam in

* Leucitgesteine im Erzgebirge. Pogg. Ann. CXXXVI. 547. 1869.

der Mitte derselben. Nur weist der hohe Wassergehalt in beiden auf weit vorgeschrittene Zersetzung. H. Fischer * hatte schon früher die Vermuthung ausgesprochen, dass Ittnerit und Skolopsit identisch seien und konnte dieselbe angesichts der mikroskopischen Untersuchung ** nur bestätigen. Auf Grund ihrer Mikrostructur glaubte er sie eher zu dem Sodalith, als zu dem Hauyn stellen zu sollen; der Gehalt an Schwefelsäure wäre mit der äquivalenten Menge Kalk und dem entsprechenden Wassergehalt als Gyps aus der Analyse zu entfernen, welchen Gmelin als durch Wasser aus dem Pulver ausziehbar angiebt. — Der Ittnerit ist mikroskopisch verwachsen mit dem Amphibol, von welchem er auch Fragmente umschliesst; gleichzeitig mit diesem umhüllt er Augit, seltener Melanit und stellenweise in grosser Menge Nephelin, so dass er zwischen gekreuzten Nicols fast zur Hälfte aus polarisirenden Stellen besteht. In der eigentlichen Ittneritsubstanz liegen einige dunkle Pünktchen und Striche, welche genau an die im Nosean erinnern und auch hier zum grössten Theil Glaseinschlüsse sind. Sie sind ebenfalls vollständig geradlinig geordnet, nur liegen zwischen den einzelnen Linien sehr weite Zwischenräume. Auch diese enthalten im wirren Durcheinander die gleichen Pünktchen und Striche, zwischen denen hier eirunde bis längliche Körper liegen, welche nichts anderes sind, als grössere theilweise oder ganz entglaste Glaseinschlüsse. Durch den Act der Entglasung ist bei manchen das Gasbläschen vollständig obliterirt, bei den andern dagegen noch als dunkler Fleck zu erkennen. Als weitere Interpositionen finden sich lang nadelförmige Mikrolithe, welche ebenfalls lebhaft an jene im Nosean erinnern; sie werden blaugrünlich durchsichtig, (die entglasten Einschlüsse haben dieselbe Farbe), lassen keine polare, krystallische Begrenzung erkennen und verhalten sich gegen das Licht anisotrop. Ausnahmslos bemerkt man schon bei 500facher Vergrösserung, dass diesen Mikrolithen rundum stachlige Gebilde anhaften, deren Spitzen in die Ittneritsubstanz hineinragen, und die den Mikrolithen ein eigenthümliches, rauhborstiges Aussehen geben. Diese kleinen Stacheln liegen auch selbstständig in dem Ittnerit und haben sich dann meistens zu unregelmässig sternförmigen Aggregaten gruppirt, wie sie im Tachylyt vom Säsebühl bei Dransfeld und im Sideromelan beschrieben und abgebildet wurden. Endlich begegnet man kleineren und grösseren, opaken, dunkelbraunen

---

* Berichte üb. d. Verhdl. der naturf. Ges. zu Freiburg i. B. 1862. Nro. 27, pag. 423—431.

** N. Jahrb. f. Miner. 1869, 346 und Krit. mikroskop. mineral. Studien. Freiburg i. B. 1869. 36 sqq.

bis schwarzen Körnern, wie sie gleichfalls im Nosean als häufig angegeben wurden. Von krystallinischen Interpositionen, die auch nur mit einem Scheine Rechtens auf Gyps gedeutet werden könnten, ist keine Spur vorhanden, wie auch schon FISCHER (l. c.) bemerkt.

Schon GMELIN beobachtete, dass der Ittnerit beim Glühen schön blau wird und wurde dadurch bekanntlich auf die Darstellung des künstlichen Ultramarins geleitet.

Ausser derben Massen bildet der Skolopsit besonders noch körnige Aggregate, welche im Dünnschliff eine Unzahl verwaschener, sechsseitiger Durchschnitte erkennen lassen, die auf das Rhombendodekaëder hinweisen. Verwachsen ist der Skolopsit mit Apatit und denselben Mineralien, die beim Ittnerit angeführt wurden; zumal vom Nephelin umschliesst er die zierlichsten Kryställchen. Im Ganzen ist seine Substanz indessen reiner, als die des Ittnerits. Die mikroskopischen Interpositionen sind in beiden dieselben, im Skolopsit überwiegen vielleicht die opaken braunen bis schwarzen Körner etwas die übrigen Einschlüsse.

FISCHER's Angabe über die Identität von Ittnerit und Skolopsit und ihre Zugehörigkeit zu einem andern Mineral der Sodalithgruppe ist demnach eine durchaus berechtigte; nur möchte ich sie auf Grund ihres Gehaltes an Schwefelsäure und ihrer Interpositionen eher zum Nosean als zum Sodalith rechnen. Da Einschlüsse von Gyps nicht nachweisbar sind, wird die Schwefelsäure wohl ursprünglich sein. Aber selbst wenn der Gyps als solcher vorhanden wäre, so wäre seine Anwesenheit als Zersetzungsproduct bei der Umwandlung von Noseanen leicht erklärlich, dagegen schwer zu begreifen, wenn der Ittnerit, resp. Skolopsit ursprünglich und z. Th. noch Sodalith wären. Dass von den rechtwinkligen Strichsystemen wenig oder gar nichts mehr zu sehen ist, dürfte leicht verständlich sein, wenn man sich erinnert, wie tief die stofflichen Umwandlungsprocesse in das Wesen des Minerals eingreifen mussten, damit aus einem wasserfreien ein solches mit 10% Wasser werden konnte.

Da die Besprechung des mit den obigen Mineralien als isomorph angenommenen Lasursteins dem Zwecke dieses Buchs ferne liegt, so möge nur auf H. FISCHER's Untersuchungen über diesen sonderbaren Körper verwiesen werden, deren Resultate im N. Jahrb. für Mineral. 1869, 345 und in seinen kritischen, mikroskop. mineralog. Studien, Freiburg 1869, 40—59, niedergelegt wurden.

10. Pyrit.

Der Eisenkies tritt in den gemengten krystallinischen Gesteinen hie und da als accessorischer Gemengtheil in Form kleiner kubischer Kryställchen, seltener körnig auf. Im Schliff ist er undurchsichtig, doch zeigt er nicht den lebhaften bläulichschwarzen Metallglanz des Magnetits im reflectirten Lichte. Während des Schleifens bemerkt man seine Anwesenheit im Gestein daran, dass er dunkelgrauschwarze Striche auf dem Steine zieht; eine Eigenschaft, die er mit allen Schwefeleisenverbindungen theilt. —

Mineralien des quadratischen Krystallsystemes.

Mit den quadratischen Mineralien beginnt die Reihe der anisotropen oder doppeltbrechenden Körper und zwar derjenigen mit einer optischen Axe. Ihre Hauptaxe ist zugleich optische Axe und Axe der grössten (c = a) oder kleinsten (c = c) Elasticität. Im ersten Falle ist das Mineral optisch negativ; der ausserordentliche Strahl wird weniger stark gebrochen ($\omega > \varepsilon$). Ist dagegen c = c, so wird der ausserordentliche Strahl stärker abgelenkt ($\varepsilon > \omega$) und die Substanz ist optisch positiv. Jeder Strahl, O und E, erleidet eine verschiedene Absorption; die quadratischen Mineralien sind also mehr oder weniger deutlich dichroitisch. — Schnitte senkrecht zu c, also mit quadratischen oder achtseitigen Umrissen, bleiben zwischen gekreuzten Nicols bei einer vollen Horizontaldrehung dunkel und verändern die Calcit-Interferenzfigur im Stauroskop nicht. Man wird oft finden, dass dieselbe auch dann gestört wird, wenn der Schliff, nur zwischen gekreuzten Nicols untersucht, dunkel blieb. Das ist eine blosse Folge der grösseren Empfindlichkeit des Stauromikroskops, welches auch noch sehr kleine Abweichungen von der normalen Lage des Schnittes anzeigt. — Durchschnitte, welche nicht senkrecht zu c liegen, machen zwischen gekreuzten Nicols bei einer vollen Horizontaldrehung einen viermaligen Wechsel von dunkel und farbig, zwischen parallelen Nicols einen solchen von hell und farbig durch. Hell und dunkel und im Stauromikroskop Wiederherstellung der Calcit-Interferenzfigur tritt bei Parallelismus des optischen Hauptschnitts (der krystallographischen Hauptaxe) mit dem des Polarisator oder Analysator ein. — Die Interferenzfiguren mancher optisch einaxigen Krystalle zeigen im Nörremberg-schen Polarisationsinstrument Unregelmässigkeiten, indem das normale dunkle Kreuz bei senkrechter Stellung der Nicolhauptschnitte in Hyperbeln zerfällt. Doch ist es charakteristisch für diese Phänomene, die scheinbar auf zwei optische Axen hinweisen, dass sie durch Erwärmung keine Veränderungen erleiden. —

1. Rutil.

Der eingewachsene Rutil bildet stets langsäulenförmige Krystalle, die meistens Aggregate aus vielen streng parallel gelagerten Nadeln zu sein scheinen und oft nach dem bekannten Zwillingsgesetz (Zwillingsebene ist $P\infty$) mit einander verwachsen, die einfach- und wiederholt knieförmigen Gestalten erzeugen. Wo der Rutil in zarten, haarfeinen Individuen auftritt, hat er eine grosse Neigung, gitterförmige und netzförmige Aggregate zu bilden, in welchen sich die einzelnen Individuen nach Volger unter Winkeln von 60° und 120° schneiden* (Saussure's Sagenit), so dass sie nicht auf das gewöhnliche Zwillingsgesetz zurückgeführt werden könnten. Kenngott dagegen giebt den Winkel je zweier Individuen zu 65° 35′ an und das stimmt genau mit der Neigung der Hauptaxen der gewöhnlichen knieförmigen Rutile. Die prismatische Spaltbarkeit giebt sich durch scharfe Linien parallel c kund.

Der Rutil ist optisch positiv; er wird mit tiefrothen bis bräunlichen Farbentönen durchsichtig; sein Dichroismus pflegt nicht stark zu sein, doch fand Haidinger an den Krystallen vom St. Gotthard O gelblichbraun und E dunkelblutroth und die Absorption für E stärker, als für O.

Er findet sich als accessorischer Gemengtheil in Gneiss, Granit, Glimmerschiefer und Chloritschiefer; in letzterem oft in auffallender Weise mit Magnetit vergesellschaftet, besonders schön am Greiner. Auch im Diorit tritt er bisweilen auf; für dieses Vorkommniss gesellt sich zu den alten Fundorten aus dem Dauphiné noch Hinterzarten im Höllenthal und das Fuchsköpfle bei Freiburg i. B.

Schon O. Volger (l. c.) machte darauf aufmerksam, dass selbst die offenbar einheitlichen Rutil-Individuen mit durchgehender Spaltung von Nadeln in der Sagenitform durchzogen werden und hält letztere für Pseudomorphosen von Rutil nach Brookit. In besonders schöner Weise zeigen ähnliche Verhältnisse die Krystalle aus dem Pfitschthale. Fig. 68 giebt ein Bild von dem Dünnschliffe eines Zwillings von dort; c,n ist die Zwillingsebene, cc, sind die Hauptaxen der beiden Individuen, deren Richtung leicht vermittelst der Dunkelstellung zwischen gekreuzten Nicols gefunden wird. Ihr Winkel beträgt 114° 25′, entsprechend dem häufigst vorkommenden Gesetze. In jedem Individuum liegen als Einschlüsse gelbbräunliche bis fast undurchsichtige

---

* Otto Volger. Studien zur Entwicklungsgeschichte der Mineralien etc. Zürich 1854. 487 sqq.

Tafeln in mehreren Ebenen über einander; ihre Umrisse laufen parallel der Zwillingsebene und den Hauptaxen und bilden also Winkel von 57° 12′.5 und 122° 47′.5. Zwischen den breiten Tafeln und unendlich zarten Leisten finden sich alle erdenklichen Uebergänge und die Leisten sinken zu solcher Feinheit herab, dass man oft nicht mehr entscheiden kann, ob man Körper oder blosse Risse und Spalten sieht. Sie alle schneiden sich constant unter den angeführten Winkeln, aber neben ihnen finden sich noch andere ziemlich scharfe Linien, welche mit den ersten annähernd gleichseitige Dreiecke bilden. Eine genaue Messung der Winkel war wegen Rauhheit der Schenkel nicht thunlich, das Mittel aus vielen Messungen war 62°. Da aber der Parallelismus der zwei zuerst genannten Richtungen mit der Hauptaxe und Zwillings-

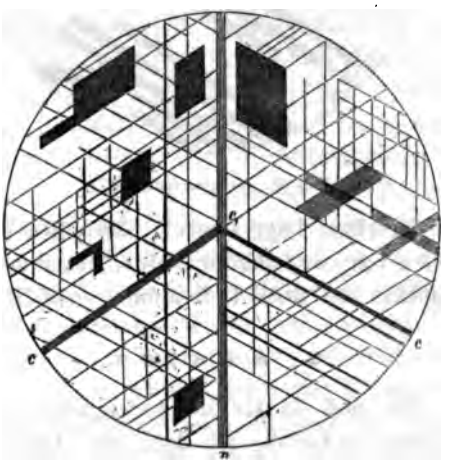


Fig. 68. Vergrösserung 50.

ebene unverkennbar ist, so bedarf es keiner Messungen, um zu beweisen, dass die Dreiecke nicht gleichseitig, die Winkel nicht = 60° sein können. Eine optische Untersuchung scheiterte an der zu geringen Durchsichtigkeit der eingeschlossenen Tafeln, die übrigens aus lauter parallelen Prismen zusammengesetzt schienen. Es scheint mir nicht zweifelhaft, dass die eingeschlossenen Tafeln und Leisten ebenfalls Titansäure seien, indessen geräth man durch ihren fremdartigen Habitus verglichen mit dem Rutil unwillkührlich auf den Gedanken, in den Tafeln wenigstens Brookit vor sich zu haben.

Anders fand ich die Verhältnisse an einem Rutilgeschiebe von St. Yrieux (Fig. 69). Die feinen Linien sind Spaltungsrisse parallel der Hauptaxe. Oft dichter nebeneinander, oft in weiteren Abständen durchschiessen den Krystallschnitt gelbröthliche Aggregate von Sage-

nitnadeln, die alle — unter sich parallel — mit c einen Winkel von nahezu 60° bilden. Hell, wenn die eigentliche Krystallmasse zwischen gekreuzten Nicols auf Dunkel eingestellt ist, werden sie ihrerseits sämmt-

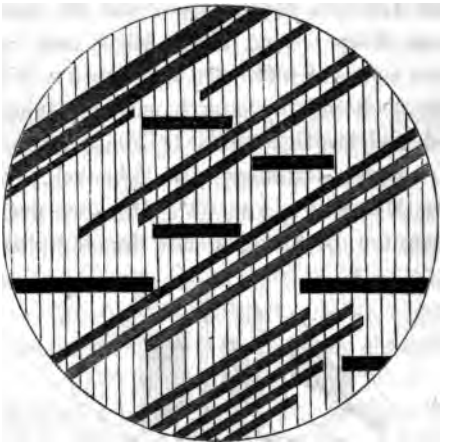


Fig. 69. Vergrösserung 50.

lich bei ein und derselben Lage dunkel. Zwischen ihnen liegen breitere opake Lamellen von zweifelhafter Natur, ausnahmslos streng rechtwinklig zur Hauptaxe des Rutil-Individuums gestellt. —

2. Anatas.

Wenngleich hie und da als in gemengten krystallinischen Gesteinen eingewachsen erwähnt, ist doch der Anatas petrographisch nicht von Bedeutung. Man kennt ihn nur krystallisirt in vorwiegend pyramidalen Gestalten, seltener mit stark entwickeltem oP; — dementsprechend sind seine Durchschnitte entweder quadratisch (parallel oP) oder langgezogen rhombisch und sechsseitig (geneigt und rechtwinklig zu oP).

Er wird mit matt lavendelblauer, auch wohl mit gelblichweisser Farbe durchsichtig; Laspeyres * fand die kleinen Kryställchen aus dem Porphyr von Halle im durchfallenden Lichte grün. — $\omega > \varepsilon$, also negativ. Die Interferenzfigur zeigt oft Abnormitäten, indem in gewissen Lagen das Kreuz in Hyperbeln zerfällt. — Schrauf ** fand folgende Brechungsexponenten für die Strahlen der Frauenhofer'schen Linien B und D an zwei Krystallen:

* Ztschr. d. deutsch. geol. Ges. XVI. 454. 1864.

** Sitzber. d. k. Akad. d. Wiss. Wien. XLII.

$\omega_B = 2.511$ $\varepsilon_B = 2.476$ und $\omega_B = 2.515$ $\varepsilon_B = 2.477$
$\omega_D = 2.534$ $\varepsilon_D = 2.496$ $\varepsilon_D = 2.497$

MILLER bestimmte $\omega = 2.554$ und $\varepsilon = 2.493$, Dichroismus sehr schwach. — — Seinen pyramidalen Blätterdurchgängen entsprechen starke Spaltungslinien.

3. Zirkon.

Als accessorischer Gemengtheil findet sich Zirkon in Krystallformen von sehr wechselndem Habitus ziemlich häufig in manchen Gesteinen; so besonders im Zirkonsyenit und eigentlichen Syenit, im Miascit, im Gneiss, in den krystallinischen Schiefern, stellenweise im Basalt (Poppelsberg und Jungfernberg im Siebengebirge, Unkel am Rhein, Expailly in der Auvergne, Niedermendig), in Mandelstein (Brendola bei Vicenza), im Sanidinit (Laacher See). — Auch im Eklogit mancher Fundorte hat ihn FR. SANDBERGER* gefunden, so von Eppenreuth, Fattigau, Lauserhof, Silberbach im Fichtelgebirge, meistens in Karinthin, seltener in Granat eingewachsen; im Eklogit von der Saualpe in Kärnthen tritt der Zirkon theils selbstständig, theils in Quarzausscheidungen auf. — Im Hypersthenit des Radauthals fand ihn GUST. ROSE.** In Phonolith der Pferdskuppe (Rhön) nennt ihn FISCHER.***

Der Zirkon wird leicht durchsichtig und ist in allen von mir beobachteten Fällen von ideal reiner Substanz. — Optisch positiv; $\mu = 1.95$. DESCLOIZEAUX giebt von einem Ceylonesischen Hyacinth $\omega\rho = 1.92$ und $\varepsilon\rho = 1.97$. — BREWSTER $\omega = 1.960$ und $\varepsilon = 2.015$. — Das Kreuz der Interferenzfigur zerfällt bei vielen Krystallen in Hyperbeln. — Dichroismus bei manchen Vorkommnissen sehr kräftig, bei andern nicht wahrnehmbar. So fand HAIDINGER bei bräunlichperlgrauen Zirkonen von Ceylon O nelkenbraun, E spargelgrün, bei blassnelkenbraunen ebendaher O grauviolblau, E grauolivengrün, bei gelblichweissen von dort O blassblau, E blassgelb, und bei Hyacinth O = E.

Der Malakon SCHEERER's, welchen man als einen hydratisirten Zirkon betrachtet, wird selbst in sehr dünnen Präparaten nicht einmal durchscheinend. — Er findet sich ziemlich häufig im Granit von Hitteroe; seltener im Ilmengebirge, im Syenit aus dem Plauen'schen Grunde bei Dresden und im Pegmatit von La Vilate bei Chanteloube, H^te Vienne.

---

* N. Jahrb. f. Mineral. 1867. 476. — Würzburger naturw. Ztschr. 1867. VI. 128—130.

** Ztschr. d. deutsch. geol. Ges. XXII. 756. 1870. — N. Jahrb. f. Mineral. 1871. 77.

*** N. Jahrb. f. Mineral. 1865. 438.

4. Leucit.

Literatur.

Ferd. Zirkel. Ueber die mikrosk. Structur der Leucite etc. Ztschrft. der deutsch. geol. Ges. XX. 97. 1868.

Ferd. Zirkel. Ueber die mikrosk. Structur der Phonolithe. Pogg. Ann. CXXXI. 326. Anmerkung, 1867.

Ferd. Zirkel. Leucitgesteine im Erzgebirge. Pogg. Ann. CXXXVI. 545. 1869.

Ferd. Zirkel. Mikromineralogische Mittheilungen. N. Jahrb. f. Min. 1870. 809 und 820.

Ferd. Zirkel. Basaltgesteine. Bonn 1870. 44 sqq.

Wedding. De montis Vesuvii lavis. Diss. inaug. Berol. 1858. p. 14. — Ztschr. d. deutsch. geol. Ges. X. 381. 1858.

Gerhard vom Rath. Mineralog.-geognost. Fragmente aus Italien. Ztsch. d. deutsch. geol. Ges. XVIII. 528 und 580. 1866.

Gerhard vom Rath. Skizzen aus dem vulkan. Gebiet des Niederrheins. 2te Forts. Ztschr. d. deutsch. geol. Ges. XVI. 105. 1864.

G. vom Rath * wies für den aufgewachsenen Leucit die Zugehörigkeit zum quadratischen System nach und oben (p. 74) wurde darauf hingewiesen, dass auch der eingewachsene Leucit nach seinem optischen Verhalten zu den anisotropen Krystallen zu ordnen sei. Seine Formen, welche man bislang für das Ikositetraëder 202 hielt, sind die quadratische Combination P.4P2, deren Durchschnitte vorwiegend achtseitig sein müssen. Da aber die Ecken und Kanten oft wie durch Schmelzung gerundet sind, so erscheinen im Dünnschliff die Umrisse, zumal der kleineren Individuen, in den Basalten mehr oder weniger rundlich und erinnern kaum an die Krystallform. Auch finden sich besonders in den Laven die Leucitumrisse häufig in mannichfacher Weise gestört und verzerrt; Theile der Gesteinsmasse, worin sie liegen, haben sich buchtenartig in sie hineingedrängt, ja nicht selten findet man die Individuen in mehrere Fragmente zersprengt, ** welche wieder durch Gesteinsgrundmasse verkittet sind. — Grössere Leucitkörner lässt der Schliff oft als aus mehreren Individuen zusammengesetzt erscheinen. — Eigentlich derbe kommt der Leucit wohl nicht vor, doch fand ihn A. Knop *** in sphäroidalen Massen im Nephelindolerit von Meiches.

Die eigenthümliche Mikrostructur des Leucit wurde zuerst von Wedding an vesuvischen Laven beobachtet. G. vom Rath, welcher die Vorkommnisse des Albaner und Ciminischen Gebirges studirte und den

* Monatsber. d. k. Akad. der Wiss. Berlin. Sitzung v. 1. Aug. 1872, pg. 624.

** C. W. C. Fuchs. Die Laven des Vesuv. III. N. Jahrb. f. Min. 1869. 186.

*** N. Jahrb. f. Min. 1865. 685 und 706.

Leucit der vulkanischen Gesteine des Niederrheins untersuchte, giebt bereits in den wesentlichen Zügen die eigenthümlichen Structurverhältnisse dieses interessanten Minerals an. F. ZIRKEL hat alsdann in den o. a. Arbeiten unsere Kenntnisse von diesem Körper ausserordentlich erweitert, seinen mikroskopischen Habitus aufs Eingehendste beschrieben und seine ungeahnte Verbreitung nicht nur in den eigentlichen Leucitophyren, sondern auch in Laven, Basalten und gewissen Phonolithen dargethan.

Der Leucit zeichnet sich gewöhnlich vor allen mit ihm associirten Mineralien durch den Reichthum und die Mannichfaltigkeit an fremdartigen Einschlüssen, sowie durch die regelmässige Art ihrer Anordnung aus. Unter diesen begegnet man am häufigsten prismatischen Mikrolithen, z. Th. mit bräunlichgrüner bis blassgrüner und gelber Farbe und oft mit gegabelter und gezackter polarer Endigung. Sie sind anisotrop und ihre Elasticitätsaxen fallen nicht mit den krystallographischen zusammen. Nach Analogie der frei im Gestein liegenden gleichen Mikrolithe und mit Rücksicht auf die Uebergänge dieser in augenscheinliche Augite, welche ja auch makroskopisch im Leucit eingewachsen beobachtet wurden und in mikroskopischen Fragmenten darin nicht selten sind, zählt man sie mit Recht zu dieser Mineralspecies. — Seltener sind farblose, lang nadelförmige Mikrolithe, welche G. VOM RATH auf Apatit deutet. — Ferner umschliesst der Leucit noch gern mikroskopische Individuen der andern mit ihm gesteinsbildenden

Fig. 70.

Species, wie Nephelin, Nosean, Melanit und Magnetit. Figur 70 zeigt solche Einschlüsse aus dem Noseanphonolith von Olbrück bei 700facher Vergrösserung. Auffallend ist dabei, dass oft im Centrum

der äusserst zierlichen und regelmässigen Nepheline sich eine oder seltener zwei verhältnissmässig grosse, rundliche Interpositionen finden, die wegen des scharfen Randes nicht wohl Dampfporen sein können,

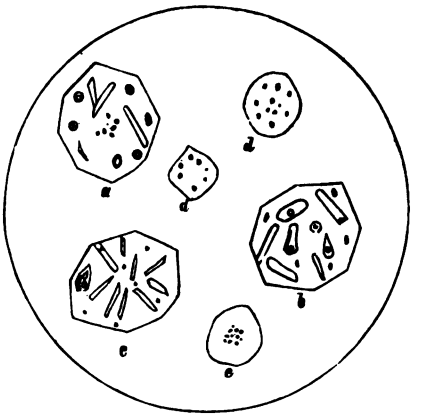


Fig. 71. Leucite von Capo di Bove.

sondern mit einiger Wahrscheinlichkeit Glaspartikeln sein dürften. — Unter den nicht oder doch nicht deutlich individualisirten Einschlüssen sind besonders die graulich bis gelblich und bräunlich gefärbten Glaseinschlüsse zu erwähnen, welche oft ein oder mehrere fixe, dunkel umrandete Bläschen führen, deren Volumverhältniss zu dem Glaseinschluss ein sehr wechselndes ist (Rieden). Vorzüglich auf dieses Verhältniss sich stützend, verwarf Vogelsang* die Sorby'sche Erklärung dieser Bläschen als eine Folge der Contraction der erkaltenden Glaseinschlüsse und stellte die Ansicht auf, dass nicht der Einschluss das Bläschen, sondern das Bläschen durch seine doppelte Adhaesion an Krystall und Glasfetzen den Einschluss erklären müsse, eine sehr wahrscheinliche Anschauung, der auch Zirkel später beitrat. — Opake, oft braune Körner, die sich bei sehr kräftigen Vergrösserungen als feinstes strahliges Aggregat erkennen lassen, werden für molekular veränderte Glaseinschlüsse (Schlackenporen, stone-cavities) gehalten. — Ferner gehören hieher rundliche opake Körnchen mit doppelten Contouren aus dem Leucit von Capo di Bove und Albano, welche Zirkel als Glaseinschlüsse mit durchschnittenen Bläschen betrachtet (Fig. 71 a). — Winzigste Gasporen finden sich selten vereinzelt, sondern meistens in perlschnurartigen Reihen und dann gern den Krystallrändern parallel. — Einschlüsse von Flüssigkeiten mit beweglicher Libelle (Fig. 71 b), aber

* Philosophie der Geologie. Bonn 1867. 169.

ohne merkliche Expansibilität trifft man in Leuciten von Capo di Bove, Albano, Monte Vulture (oft in grossen Mengen), Olbrück, überhaupt hie und da in den grösseren Leuciten der Laven, nie in den kleinen der Basalte. Höchst auffallend ist das Auftreten von Flüssigkeitseinschlüssen mit beweglicher Libelle in glasigen Interpositionen, welches ZIRKEL von Capo di Bove, aus einer Vesuvlava von der Solfatara und vom Burgberg bei Rieden angiebt. — Endlich finden sich noch in den Leuciten, zumal der Eifeler und Albaner Gesteine, braune rundliche bis verwaschen quadratische, durchscheinende Körner, die täuschend dem Picotit in den Olivinen ähneln (s. Picotit).

Alle diese Einschlüsse liegen entweder wirr durcheinander (Fig. 71 b), oder aber sie sind (und das ist häufiger) gesetzmässig geordnet, sei es in centraler Anhäufung (Fig. 71 c und 72), in concentrischen Ringen (Fig. 71 d und 72) oder in Combinationen dieser beiden (Fig. 72), wobei oft die Körner central, die Mikrolithe peripherisch und zwar stets mit ihrer Längsaxe parallel den Leuciträndern liegen; sehr schön in den Leuciten aus dem Tuff vom Gänsehals am Laacher See (Fig. 72). Besonders die körnigen Einschlüsse zeigen oft bei Drehungen der Mikrometerschraube am Mikroskop, was schon G. VOM RATH bemerkte, dass sie in einer dem Leucit eingeschriebenen Kugelfläche, nicht etwa in einer Ebene liegen. Sehr selten sind die Leucite in ihrer ganzen Ausdehnung staubig (Stoffelskuppe im Thüringer Wald), wie Hauyne und Nepheline es fast regelmässig zu sein pflegen. — Es bedarf wohl keiner besonderen Erwähnung, dass nicht in allen Leuciten alle die genannten Interpositionen vorkommen; es giebt im Gegentheil fast einschlussfreie und solche, in welchen eine oder die andere, oder zugleich mehrere Arten von Interpositionen fehlen. Aeusserst selten findet sich eine divergent radiale Anordnung der Leucitinterpositionen (Fig. 71 e), wie sie ZIRKEL * aus einer Vesuvlava in besonderer Schönheit beschreibt und abbildet. — Ganz besonders charakteristisch ist es auch für die Leucite, dass sie aussen von einem enganliegenden Kranze tangentialgestellter Augitmikrolithe umgeben sind (Fig. 70 und Taf. V, Fig. 30).

Fig. 72.

Wie der Leucit den Augit umschliesst, so findet er sich auch

* N. Jahrb. f. Mineral. 1870, 809.

seinerseits in diesem, aber wohl nicht in anderen Mineralien eingewachsen. — In den leucitführenden Gesteinen finden sich oft rundliche, wasserhelle Stellen, ohne irgend welche Structurverhältnisse, durchaus isotrop, die man auf den ersten Blick wohl für Leucit ansprechen möchte, deren Natur aber doch zweifelhaft ist, da sie eben so gut runde, glasige Stellen im Gestein sein können.

Auf Seite 73 wurden bereits die streifenartigen Polarisationserscheinungen beschrieben, welche Leucitdünnschliffe im parallelen, polarisirten Lichte zeigen und die Erklärungen angeführt, welche verschiedene Forscher hierfür gegeben haben; Fig. 31, Taf. VI giebt ein Bild des Phänomens. Die genauesten Untersuchungen über die Polarisation des Leucit stellte DESCLOIZEAUX * an. Er nahm an einem künstlich geschliffenen Würfel von Frascati, dessen Flächen in der Lage genau einem regulären Hexaëder entsprachen, durch ein Flächenpaar im parallel polarisirten Lichte beobachtend, zahlreiche rechtwinklig sich schneidende Spalten oder Streifen (fissures ou stries) wahr, die, im Sinne der Diagonalen der Fläche verlaufend, besonders in den Winkeln stark entwickelt waren, während im Centrum unregelmässige, gefärbte Flecke auftraten. Im convergenten Lichte und bei 45° Stellung zur Polarisationsebene erschienen wenig regelmässige Curven, die theils Hyperbeln-, theils Lemniscatenfragmente zu sein schienen und den Seiten der durchblickten Fläche parallel liefen. — Durch das zweite Flächenpaar sah er im parallelen Lichte ein Netz aus zahlreichen, rechtwinklig gekreuzten, wie die Diagonalen laufenden Streifen, die den ganzen Würfel durchsetzten; im convergenten Lichte aber unvollkommene und verwaschene Kreuze, die sich bei jeder Bewegung des Krystalls verschoben. — Das dritte Flächenpaar zeigte im parallelen Lichte nicht zahlreiche Spalten (fissures), die sich auf zwei Winkel des Quadrats beschränkten und stets wie die beiden Diagonalen liefen; im convergenten Lichte vier ziemlich regelmässige Curvensysteme, welche, den Seiten des Quadrats parallel, sich paarweise gegenüberlagen und den Hyperbeln ähnlich waren, die man in optisch zweiaxigen Substanzen bei einem zur mittleren Elasticitätsaxe normalen Schnitt sieht. — Die Streifen wiesen auf Absonderungen parallel den Flächen von ∞O hin und DESCLOIZEAUX erinnert an die unvollkommene Spaltbarkeit, die man bei Leucit nach ∞O angegeben findet. — Bei einem einer Fläche von O parallel geführten Schliff sah man im parallel polarisirten Lichte nach einer Richtung sehr zahlreiche und deutliche Spalten (fissures) und nach zwei anderen, zu dieser unter

* Nouvelles recherches sur les propriétés optiques etc. Paris 1867, p. 3—5.

60° und 120° geneigten Richtungen feinere und unterbrochene Streifung. Das convergente Licht erzeugte verwaschene Farben und in einigen Lamellen eine Art sehr weiter Ringe, welche von einem schwarzen Balken durchzogen, an das eine Ringsystem erinnern, welches schräg zur Bissectrix geschnittene Platten eines optisch zweiaxigen, anisotropen Krystalls zeigen. — Bei Platten, die nach ∞O geschnitten waren, erschienen im parallel-polarisirten Lichte verwaschen gefärbte Bänder und sehr deutliche Risse (fissures) in einer Richtung, welche von zarten und unterbrochenen Streifen unter 60° und 90° geschnitten wurden; im convergenten Lichte bildeten sich verwaschene Farben und in einigen Lamellen ein noch unregelmässigerer Ring, als der im Schnitt parallel O. — Auch Biot hatte diese farbigen Streifen schon erkannt und darauf seine „polarisation lamellaire" begründet. Nach G. vom Rath's Untersuchungen ergeben sie sich nun als Lamellen in Zwillingsstellung.

Im Dünnschliffe bleiben manche Leucite bei einer vollen Horizontaldrehung zwischen gekreuzten Nicols dunkel und zeigen keinerlei Einwirkung im Stauromikroskop; sie sind einfache Krystalle und parallel oP getroffen; doch ist diese Erscheinung ziemlich selten. Bei weitem die meisten Durchschnitte wirken, auch wenn sie, nur zwischen Nicols betrachtet, dunkel bleiben, auf die Interferenzfigur ein und stellen diese nur in vier rechtwinklig gekreuzten Lagen wieder her; sie sind geneigt zu c geschnitten. Wo man in einem Leucitdurchschnitt die bekannte Streifung beobachtet, wird man im Stauromikroskop das Kreuz in Hyperbeln getheilt und die isochromatischen Curven in zwei diametral gegenüberliegenden Quadranten gegenüber denen der beiden andern contrahirt finden, und bewegt man nun das Präparat so hin und her, dass immer andere Streifen in die Mitte des Gesichtsfeldes treten, so wird man bei jedem solchen Uebergange ein Umspringen der Hyperbeln in eine zur ersten rechtwinklige Lage, verbunden mit Dilatation der vorher contrahirten und Contraction der vorher dilatirten Quadranten beobachten: eine Erscheinung, die deutlich zeigt, dass die einzelnen Lamellen in Zwillingsstellung zu einander liegen. — Descloizeaux (l. c.) fand an einem Leucit von Frascati $\mu\rho = 1.507$ bei 15° C.

Salzsäure löst den Leucit ohne Gelatination mit Abscheidung von Kieselpulver ziemlich schwer im Dünnschliff auf. — Die molekulare Umwandlung giebt sich meistens durch körnige Aggregatbildung, seltener durch parallel- oder verworrenfasrige mit Polarisation kund, so dass an eine exakte Pseudomorphose von Analcim nach Leucit wohl kaum gedacht werden kann. Zugleich treten gewöhnlich trübe oder

weiss- bis isabellgelbliche Farben auf, wie man das sehr schön am Leucitophyr vom Eichberge und an den Leucitbasalten vom Kreuzle und von der Mondhalde bei Rothweil am Kaiserstuhl verfolgen kann.

Zum Studium der Leucite empfehlen sich besonders die vesuvischen Laven, die Leucitgesteine aus dem Albanergebirge und vom Laacher See.

Der Leucit bildet einen wesentlichen Gemengtheil der Leucitophyre, der Noseanphonolithe, der Hauynophyre, der Leucitlaven vom Vesuv und der Eifel und einer Reihe von Basalten, die man als Leucitbasalte bezeichnet und von den Plagioklas- und Nephelinbasalten trennt. Dahin gehören eine grosse Anzahl der Basalte aus dem Erzgebirge und dem böhmischen Mittelgebirge, von Schackau in der Rhön, Stolpen in Sachsen, Wilisch bei Dresden, Kohlbach bei Bayreuth, Stoffelskuppe im Thüringer Wald, sowie die der genannten und anderer Fundorte am Kaiserstuhl.

5. Mejonit.

Literatur.

Gerhard vom Rath, Mineralogisch-geognostische Fragmente aus Italien. Ztschr. d. deutsch. geol. Ges. XVIII. 608. 626. 633. 1866.

Herm. Wedding, De montis Vesuvii lavis. Diss. inaug. Berol. 1858. 13. Ztschr. d. deutsch. geol. Ges. X, 382. 1858.

H. Vogelsang, Philosophie der Geologie. Bonn 1867. 143 und Erklärung zu Taf. II.

Der Mejonit ist eine Species der Skapolith-Familie, welche durch das Sauerstoffverhältniss 1 : 2 : 3 charakterisirt ist. Ursprünglich nur in den Auswürflingen der Somma in aufgewachsenen Krystallen bekannt, vermuthete Wedding seine Anwesenheit in den Leucitlaven des Vesuv vom Ausbruche des Jahres 1631 auf Grund seiner chemischen und mikroskopischen Untersuchungen. Doch ist der Nachweis des Mejonits nicht durchaus befriedigend und der Gedanke liegt nicht ferne, dass Melilith für Mejonit angesehen wurde.

G. vom Rath (l. c.) fand mit Bestimmtheit den Mejonit als vorwiegenden Bestandtheil in dem sogenannten Trachyt von Monte di Cuma, wo er mit Sanidin, Sodalith, Augit und Magnetit vorkommt. Er bildet lange prismatische Krystalle, selten mit deutlich erkennbarer pyramidaler Endigung und unterscheidet sich leicht, zumal durch die Lage seiner optischen Elasticitätsaxen, von den grösseren, leistenförmigen Sanidin-Einsprenglingen. Vogelsang erwähnt den Mejonit und bildet ihn ab aus dem Quarztrachyt von Campiglia. — Ebenso fand ihn G. vom Rath reichlich in der Grundmasse des trachytischen Arso-

stromes auf der Insel Ischia und in dem Piperno von Pianura; an letzterem Fundorte hat er in Folge der Einschlüsse von Magnetit und röthlichgelbem Glimmer eine röthliche Farbe von verschiedener Intensität. Auf die Analyse derselben sich stützend, welche das Sauerstoffverhältniss 1 : 2 : 6 ergab, machte er aus dem letzteren die neue Species Marialith.

In den eingewachsenen Mejoniten, von denen ich nur die aus dem Monte di Cuma Trachyt kenne, konnte ich nie eine Interposition finden; dagegen umschliessen die aufgewachsenen von der Somma Augitfragmente und -Mikrolithe, Glasinterpositionen und reihenweise häufigste Flüssigkeitseinschlüsse mit bei den kleineren spontan, bei den grösseren nach Erwärmung beweglicher Libelle. —

Nach DesCloizeaux ist der Mejonit ziemlich stark doppeltbrechend mit einer negativen optischen Axe. Er bestimmte $\omega = 1{,}594$ bis 1,597 und $\varepsilon = 1{,}558$ bis 1,561 für gelbe Strahlen. — In Salzsäure löst sich der Mejonit unter Abscheidung flockiger Kieselsäure.

6. Skapolith.

Die bekannte chemische Formel mit dem Sauerstoffverhältniss 1 : 2 : 4 gilt nur für einige der hieher gehörigen Mineralien, während die Analysen anderer auf die Verhältnisse 1 : 2 : 4,5 oder 1 : 2 : 5 und 1 : 2 : 6 führen. Unter der Species Skapolith sollen hier die Varietäten Wernerit, Paranthin, Ekebergit, Nuttalit, Glaukolith und Passauit oder Porcellanspath zusammengefasst werden. Sie alle scheinen nach den bisherigen Forschungen nicht eben petrographisch wichtig zu sein. Meistens als accessorische Vorkommnisse in Granit und körnigem Kalk und besonders an der Contactgrenze dieser beiden Felsarten vorkommend, wird der Skapolith als gesteinsbildend nur von wenigen Punkten der Erde genannt.

Jasche * bespricht ein aus Orthoklas und Skapolith gemengtes Gestein mit accessorischem Graphit, Pyrit und Magnetkies, welches gangförmig das Eisensteinlager von Büchenberg am Harz durchsetzt. Ein Dünnschliff desselben liess wegen vorgeschrittenster Zersetzung mit Sicherheit nur Orthoklas in einfachen Krystallen und Carlsbader Zwillingen erkennen. Meistens die Zwischenräume der Orthoklaskrystalle ausfüllend, selten in eigener Krystallform, die sich dann allerdings wohl auf quadratische Gestalten zurückführen liess, zeigte sich eine grünlich durchsichtige Substanz, welche dem Polarisationsverhalten

* Mineralog. Studien. Quedlinburg und Leipzig 1838. 4. — Zirkel, Lehrbuch der Petrographie. Bonn 1866. I, 308.

nach aus einem feinkörnigen Aggregat bestand. Ob dieses Aggregat jemals Skapolith war, lässt sich nach dem mir vorliegenden Stücke weder beweisen, noch bestreiten. Aehnliche grüngefärbte Zersetzungsprodukte finden sich innerhalb der Skapolithe von Diana, N.-York; doch haben sie hier faserige Structur und zwar stehen die Fasern senkrecht auf den Spaltungsrichtungen des Skapolithes. Neben ihnen umhüllt der Diana-Skapolith noch Quarzkörner mit schönen Flüssigkeitseinschlüssen und eine klinobasische, prächtig einheitlich polarisirende Substanz, die ich nach Verlauf der Spaltungsrichtungen, nach den Einschlüssen und der ganzen Structur nur für Orthoklas halten kann. In jedem eingeschlossenen Fetzen steht die Hauptspaltungsrichtung normal auf der Hauptaxe des Wirthes. An den Grenzen beider ist das grünliche Zersetzungsproduct, der Spaltung des Orthoklases folgend, in diesen eingedrungen. — Wenn man von der Farbe absieht, so hat ein Skapolith von Gerde in den Pyrenäen wegen seiner feinkörnigen Aggregatpolarisation die grösste Aehnlichkeit mit dem Vorkommen von Büchenberg. — Dieselbe Verwachsung mit einem orthoklasähnlichen Mineral beobachtete ich noch an einem krystallinischen, blass fleischfarbigen Wernerit von Arendal und am Glaukolith vom Baikalsee. — Der Ekebergit von Hesselkulla umschliesst dagegen unregelmässig begrenzte Partieen von Epidot. — Der Passauit oder Porcellanspath von Obernzell bei Passau ist ein derber, körniger Skapolith, in welchem hie und da stenglige Aggregate und Individuen eingewachsen sind. Die körnigen Stellen können leicht mit Quarz verwechselt werden, der auch in einzelnen Schliffen auftritt. — Alle Skapolithe haben im Dünnschliff, ihrer Spaltbarkeit nach $\infty P\infty$ entsprechend, rauhe Risse, welche parallel ihrer Hauptaxe verlaufen, und von denen aus ihre Umbildung stets zu beginnen scheint.

Optisch zeigen sämmtliche Mineralien dieser Familie eine grosse Aehnlichkeit; ihre Doppelbrechung ist meistens sehr energisch (am grössten beim Glaukolith) und alle sind optisch negativ, wie der Mejonit. DesCloizeaux besimmte an einem hellen Skapolith von Arendal die Brechungsexponenten des ordentlichen und ausserordentlichen Strahles und fand mit annähernder Sicherheit (die Kante des zur Beobachtung geschliffenen Prismas war nicht streng parallel der Axe) $\omega\rho = 1.566$ und $\varepsilon\rho = 1.545$.

7. Couseranit.

Literatur.

Ferdinand Zirkel, Beiträge zur geologischen Kenntniss der Pyrenäen. Ztschr. d. deutsch. geol. Ges. XIX, 202, 203. 1867.

H. Fischer, Kritische, mikroskopisch-mineralogische Studien. Freiburg i. B. 1871. 1te Fortsetzg. 52—54.

Der Couseranit ist bislang nur in meistens achtseitigen Prismen gefunden worden, welche eine Combination von $\infty P . \infty P\infty$ sind, seltener in vierseitigen und niemals mit pyramidalen Flächen. Dufrénoy hielt ihn für klinorhombisch, aber DesCloizeaux wies durch das optische Verhalten seine Zugehörigkeit zum quadratischen Systeme nach. Die Durchschnitte sind entweder verwaschen octogonal oder rundlich.

Mit der Loupe betrachtet sieht der Couseranit auch im Dünnschliff bläulich bis indigofarbig aus, wie im compakten durchscheinenden Krystall. Bei stärkerer Vergrösserung unter dem Mikroskope ergiebt sich seine Substanz aber als vollkommen wasserhell, hie und da mit mattgelben Streifen und Flammen, wie sie auch im schwarzen Quarzit auftreten und offenbar von dem feinst vertheilten Kohlenstoff herrühren, der sonst meistens in grössern Flittern und Haufen zusammengeballt im Mineral liegt und ihm die blaue bis blauschwarze Farbe giebt. Die Vertheilung dieser färbenden Substanz ist eine sehr wechselnde, hier gleichmässig, dort stellenweise gehäuft, selten in regelmässiger Weise central zusammengedrängt, so dass eine gewisse Analogie mit Chiastolithen sich ausbildet. Schiebt man den Schliff unter dem Mikroskope hin und her, so fällt es auf, dass die Grenze zwischen Krystall und Gestein, welche noch unter der Loupe recht scharf war, kaum wahrzunehmen ist; ja es hat fast den Anschein, als ob nur eine stärkere Anhäufung des Kohlenstoffs den Couseranit vom Gestein unterscheide. Im polarisirten Lichte dagegen tritt im gut gerathenen Dünnschliff der Unterschied sofort durch das einheitliche optische, vollkommen normale Verhalten des Krystalls hervor. So bemerkt man denn auch, dass in der Mineralsubstanz zahlreiche lebhaft farbig polarisirende Quarzkörnchen und Glimmer (?) -Flitterchen liegen, zumal wenn man den Schliff auf Dunkel einstellt. — Von einer eigentlichen, irgendwie merklichen Zersetzung des Couseranit konnte ich in meinen Präparaten von Saleix nichts wahrnehmen. — Das ganze Erscheinen des Couseranits und der meisten andern für metamorphe Schiefer charakteristischen Mineralien macht oft den Eindruck, als habe gewissermassen nur eine beschränkte Beweglichkeit der Molekule bei der Krystallisation geherrscht, so dass eine centrale und peripherische Einschliessung des Gesteinsmaterials, woraus sie sich aus-

schieden, unvermeidlich wurde, oder vielmehr, als habe eine krystallinische Umlagerung der Substanz an Ort und Stelle, gleichsam ohne Wanderung der Molekule, stattgefunden.

DESCLOIZEAUX fand den Couseranit optisch negativ bei ziemlich energischer Doppelbrechung.

Das Mineral findet sich in den metamorphischen Schiefern und Kalksteinen der Pyrenäen, besonders bei Pouzac und Saleix, wo es CHARPENTIER entdeckte. NAUMANN (Elemente der Mineralogie 1871, 367) nennt auch den Nufenen-Pass in der Schweiz als Fundort. — Oft mit Couseranit verwechselt finden sich nach DESCLOIZEAUX in den Sammlungen kleine schwarze Orthoklase, schwarze Hornblende und schwarze Quarze und nach ZIRKEL (l. c. pag. 180) Andalusite aus Glimmerschiefer von Barèges.

8. Dipyr.

Literatur.

FERD. ZIRKEL, Beiträge zur geologischen Kenntniss der Pyrenäen. Ztschr. d. deutsch. geol. Ges. XIX, 209 sqq. 1867.

H. FISCHER, Kritische, mikroskopisch-mineralogische Studien. Freiburg i. B. 1871. 1te Forts. 52.

A. VON LASAULX, Beiträge zur Mikromineralogie. N. Jahrb. f. Min. 1872. 848.

Der von GILLET DE LAUMONT und LELIÈVRE bei Libarens entdeckte Dipyr ist jedenfalls dem Couseranit sehr nahe verwandt; er bildet kleine, kürzere und längere prismatische Krystalle von der Form $\infty P . \infty P\infty$. Nur diejenigen aus dem körnigen Kalk von Pouzac bei Bagnères de Bigorre zeigen nach DESCLOIZEAUX bisweilen pyramidale Zuspitzungen, an denen er den Polkantenwinkel zu 136°30′, den Randkantenwinkel zu 64°51′ messen konnte, ganz entsprechend den Neigungen der Pyramide bei den übrigen Skapolith-Mineralien. — In den Dünnschliffen bildet der Dipyr verhältnissmässig scharfe Rechtecke ($\parallel$ c) und Achtecke ($\parallel$ a) im Kalk von Pouzac; dagegen verwaschene Polygone und elliptische bis kreisförmige Durchschnitte in den Schiefern. Aggregate verschiedener Individuen sind häufig, z. Th. in paralleler, z. Th. in geneigter Stellung zu einander. Verwachsungen von zwei und mehreren gut ausgebildeten Individuen mit geneigten Hauptaxen haben oft das Aussehen von Zwillingsbildungen nach P oder $P\infty$, aber die Unbeständigkeit des Neigungswinkels der Hauptaxen spricht gegen Zwillingsbildung und für Aggregation.

Bei auffallendem Lichte gelblich, röthlich bis opak milchweiss wird der Dipyr farblos durchsichtig und zeigt lebhafte Polarisationsfarben. Derselbe hebt sich deutlicher von der umgebenden Gesteins-

masse ab, als der Couseranit (s. Fig. 32, Taf. VI), wenngleich man auch bei ihm in sehr deutlicher Weise den Eindruck empfängt, als sei er durch eine krystallinische Molecularumlagerung an Ort und Stelle aus den klastischen Elementen des Thonschiefers entstanden. FISCHER (l. c.), welcher offenbar bei seinen Untersuchungen zu schwache Vergrösserungen anwandte, spricht dem Dipyr die Homogenëität ab und wenn damit gesagt sein soll, dass die eigentliche Mineralsubstanz stark mit fremdartigen Körpern gemengt sei und daher die chemische Analyse nur einen ungenauen Ausdruck für ihre Constitution zu geben vermag, so ist das vollkommen richtig. Dass nicht an eine Pseudomorphose zu denken sei, bemerkt auch FISCHER schon und sieht in dem Dipyr und verwandten Mineralien eine eigne Classe von Körpern, die bei äusserer Krystallform dennoch ein ursprüngliches Aggregat seien. — Zu ganz ähnlichen Schlüssen gelangte später LASAULX, ohne der FISCHER'schen Forschungen zu gedenken. LASAULX aber beobachtete ganz richtig, dass der Dipyr nicht nur morphologisch, sondern auch optisch durchaus einheitlich individualisirt sei, dass seine eigentliche Substanz, wasserhell in gewöhnlichem Lichte, wie jedes andere unzweifelhaft einheitliche, homogene, doppeltbrechende Mineral die entsprechenden Interferenzerscheinungen im polarisirten Lichte ergebe. Wenn er dennoch dem Dipyr die Homogenëität abspricht und ihn aus der Reihe der wohlberechtigten Mineralspecies streichen will, so ist das durchaus unverständlich und aus denselben Gründen müsste man den oft so sehr einschlussreichen Quarzen, Feldspathen u. s. w. die Selbstständigkeit als Species absprechen. Die unüberwindlichen mechanischen Schwierigkeiten, welche sich der Aufstellung eines exakten, chemisch-analytischen Ausdrucks entgegenstellen, berechtigen doch noch nicht dazu, eine morphologisch und optisch so gut charakterisirte Species ohne Weiteres zu streichen.

Unter den Interpositionen der Dipyre befinden sich theils klastische Elemente des Thonschiefers, besonders kleine, lebhaft polarisirende Quarzkörnchen und Glimmerflitterchen, dann aber auch krystallinische Neubildungen, wie sie ebenfalls in der Masse des Muttergesteins auftreten, nämlich hellere, dickere Prismen mit grünlicher Färbung und oft ziemlich deutlich gerade aufgesetzten domatischen Endflächen, denen LASAULX eine talkige Natur zuzuschreiben geneigt ist, und noch kleinere, bräunlichgefärbte Mikrolithe, welche ZIRKEL * zuerst als den constantesten krystallinischen Gemengtheil der Thonschiefer beschrieb.

---

* Ueber die mikroskopische Zusammensetzung von Thonschiefern und Dachschiefern. Pogg. Ann. CXLIV, 319—326. 1871.

Alle diese Interpositionen finden sich indessen nur in den Dipyren der metamorphen Schiefer, während die schon genannten aus dem körnigen Kalke von Pouzac durchaus einschlussfrei und vollkommen homogen und frisch sind. —

DesCloizeaux fand den Dipyr ziemlich kräftig doppelbrechend und optisch negativ; er bestimmte $\omega\rho = 1.558$ und $\varepsilon\rho = 1.543$.

Zirkel (l. c. pag. 210) ist geneigt, Dipyr und Couseranit in eine Species zu vereinen und stützt sich dabei auf ihre morphologischen und physikalischen Analogieen; auch die chemische Zusammensetzung widerstrebte einer solchen Annahme nicht, nachdem er die bekannten Analysen unter Abzug der Glühverluste auf 100 berechnet hatte, wobei sich für den Couseranit das Sauerstoffverhältniss 1 : 2 : 5, für den Dipyr theils dieses, theils das von 1 : 2 : 6 herausstellte.

Der typische Dipyr findet sich in Kalken und Schiefern der Pyrenäen, zumal von Pouzac bei Bagnères-de-Bigorre, Angoumer bei Luzénac, Ariège; Libarens bei Mauléon.

Anhang: H. Fischer beschreibt (l. c. 51) ein fälschlich Schörlschiefer benanntes Gestein von Auersberg bei Eibenstock im Erzgebirge. Bekanntlich treten im dortigen Granitgebiete mehrere Schieferinseln auf, von denen die Auersberger zwischen den beiden Bockauthälern eine der bedeutendsten ist. Das Gesteinsmaterial dieser Einlagerung besteht aus quarzreichen Glimmer- und Thonglimmerschiefern, neben denen der Turmalinschiefer untergeordnet vorkommt. Der Turmalin dieses Schiefers wird von O. Prölss* als von dunkelgrüner bis schwarzer Farbe und dichter, feinfaseriger oder radialfasriger Structur beschrieben. In dem von Fischer untersuchten Vorkommniss aber sind die kleinen Kryställchen von rother Farbe und so dürften vielleicht seine Beobachtungen den eigentlichen Auersberger Turmalinschiefer nicht tangiren. Uebrigens kann ich seine Angaben nur in vollem Maasse bestätigen; eine Deutung auf Turmalin ist bei den kleinen rosenrothen Krystallen absolut widersinnig; ihre Querschnitte sind quadratisch oder rhombisch; ihre Längsaxe ganz überwiegend entwickelt. Dabei treten in ihnen hie und da centrale fremde Ausfüllungen auf, analog denen, wie sie sich in den Chiastolithen ziemlich regelmässig, in den Couseraniten und Dipyren seltener finden; sie bestehen z. Th. aus feinsten Glimmerflitterchen und Quarzkörnchen, z. Th. aus einer opaken, nicht näher zu bestimmenden Substanz. Fischer ist geneigt, die Krystalle auf Andalusite oder Chiastolithe zu deuten. Der Zu-

* N. Jahrb. f. Mineral. 1869. 261.

stand einer weit vorgeschrittenen Zersetzung, worin sie sich finden, lässt eine absolut sichere Bestimmung nicht zu; ohne daher FISCHER's Diagnose irgendwie anfechten zu wollen, möchte ich nur erwähnen, dass ich sie lieber zum Dipyr stellen würde, und zwar lediglich aus dem Grunde, dass es mir scheinen wollte, als blieben die anscheinend ganz quadratischen Durchschnitte bei einer vollen Horizontaldrehung dunkel. Doch ist diese Beobachtung, wie schon gesagt, unsicher, da man in Folge der Zersetzung der Kryställchen zum grössten Theile Aggregatpolarisation sieht. Auch hier beobachtet man scheinbar einen allmähligen Uebergang der Krystallmasse in das Muttergestein.

Zweifelhaft muss es ferner bleiben, ob man nicht in manchen der scheinbaren Concretionen, welche den Frucht-, Garben-, Fleck- und Knotenschiefern ihren Namen gegeben haben, krystallinische Gebilde sehen darf, welche dem Dipyr, resp. dem Chiastolith und Andalusit nahe stehen. Ganz besonders nahe legte mir diese Vermuthung ein ausgezeichneter Fruchtschiefer von Lengefeld in Sachsen. Was unter der Loupe wie eine vag begrenzte Concretion aussieht, zeigt unter dem Mikroskope eine auffallend scharfe Krystallumgrenzung. Man sieht in dem fast farblosen Schiefergrundteig, worin Quarzkörnchen und Glimmertafeln (braun mit starkem Dichroismus) und opake Körner schon bei schwachen Systemen deutlich zu erkennen sind, langsäulenförmige, schön gelbe, oft sehr regelmässig pyramidal zugespitzte Durchschnitte, welche z. Th. recht homogen aussehen, z. Th. aber durch innige Mengung mit dem klastischen Schieferteig ein gelbweisses Mosaik bilden und überdiess noch braune Glimmerlamellen führen. Das mikroskopische Bild macht oft den Eindruck, als ob die homogene, gelbe Krystallsubstanz nicht zu continuirlichem Zusammenhange gelangt sei, sondern, in einzelne Partieen getrennt, nur die äussere Form eines Krystalls besitze. Bei anderen Durchschnitten ist dagegen die Continuität der Krystallsubstanz mehr oder weniger vollkommen hergestellt. — Dass aber im einen wie im andern Falle nicht eine Concretion, sondern eine morphologisch und optisch individualisirte Substanz vorliege, beweist das Verhalten im polarisirten Lichte. Das ganze Gebilde löscht nämlich das vom Polarisator herkommende Licht gleichzeitig aus, sobald seine Längsaxe einem Nicolhauptschnitt parallel liegt. Ob indessen senkrecht zu dieser Richtung allenthalben die gleiche Aetherelasticität herrsche (quadratisch), oder aber ob senkrecht dazu zwei Hauptschwingungsrichtungen bestehen (rhombisch), konnte ich bislang nicht mit Sicherheit entscheiden, da ich niemals einen genau zur Längsrichtung normalen Durchschnitt beobachten konnte.

Ein noch früheres Stadium beginnender Krystallisationen möchte

ich in den rundlichen bis eckigen, stets von einem dunklen Kranze opaker Körnchen und Flitter umgebenen Gebilden sehen, die das Charakteristische der Spilosite ZIRKEL's sind. Ich untersuchte das Vorkommniss von Herstein im Birkenfeldischen, und zwar ein äusserst dünnblättriges, welches nach der KRANTZ'schen Etiquette durch Eruptivgesteine verändert sein sollte* und ein gröber flasriges. Irgend einen nennenswerthen Unterschied zeigten aber die Dünnschliffe beider Handstücke nicht. Die Durchschnitte der kleinen Concretionen (?) erinnern sehr lebhaft an die Dipyre von Angoumer (s. Fig. 32, Taf. VI); aber die Individualisation derselben ist noch nicht so weit vorgeschritten, dass sie sich optisch geltend machen könnte. Zwischen gekreuzten Nicols im blossen Mikroskop untersucht, verhalten sie sich anscheinend vollständig isotrop; nur die fremden Beimengungen glänzen in lebhaften Farben aus dem dunklen Hintergrunde hervor; — im Stauromikroskop ist die Einwirkung auf die Calcitinterferenzfigur eine sehr unregelmässige, wie sie ein feinstkörniges Aggregat erkennen lässt.

Es ist hier natürlich nicht der Ort, auf die eben angedeuteten Erscheinungen näher einzugehen; ich wollte derselben lediglich bei Besprechung der Couseranite und Dipyre erwähnen, um auf die Verwandtschaft mit diesen Mineralien aufmerksam zu machen und zu weiteren Nachforschungen über dieses schwierige, aber auch äusserst wichtige und anziehende Kapitel der Individualisationsanfänge in den metamorphen Schiefern anzureizen. Dass dieselben so manche wesentliche Verschiedenheiten von den embryonalen Krystallisationen in wässrigen und schmelzflüssigen Lösungen haben, hat ganz gewiss seinen Grund in dem festen Aggregatzustande des Muttergesteins, welcher einer freien Beweglichkeit der sich individualisirenden Molecule allzugrosse Hindernisse entgegenstellte. Besonders möchten der mikroskopischen Untersuchung diejenigen Gebiete empfohlen sein, von wo frühere chemische Analysen vorliegen und den zu ziehenden Schlüssen eine grössere Sicherheit geben.

9. Melilith.

Literatur.

FERD. ZIRKEL, Untersuch. üb. d. mikrosk. Zusammens. u. Structur der Basaltgesteine. Bonn 1870. pag. 77 sqq.

Ursprünglich nur als Auskleidung der Porenräume in Laven bekannt, wurde die Anwesenheit des Melilith auch in der Grundmasse

* cf. A. v. LASAULX l. c. pag. 846.

basischer Eruptivgesteine zuerst von Capo di Bove und vom Herrchenberg bekannt, von wo ihn G. vom Rath* erwähnt. Justus Roth vermuthete seine Anwesenheit in den verwandten Gesteinen der Eifel wegen des hohen Kalkgehaltes ihres durch Säuren löslichen Theiles. Die weitere Verbreitung dieses kieselsäurearmen Doppelsalzes wurde indessen erst von Zirkel ausser Frage gestellt, der gleichzeitig die genaue Schilderung seines mikroskopischen Habitus gab.

Wenn schon die aufgewachsenen Krystalle dieses Minerals verhältnissmässig flächenarm sind, so gilt dieses von den eingewachsenen in noch viel höherem Grade. Man begegnet im Dünnschliff nur quadratischen (|| oP) oder länglich-rechteckigen (|| c) Durchschnitten, deren Umrisse überdies nur selten recht scharf geradlinig sind. Häufiger fast sieht man den Melilith in krystallinischen Aggregaten, deren Begrenzung durch die associirten Mineralien bedingt wird. Aller Wahrscheinlichkeit nach sind auch die scheinbar einheitlichen Individuen nur durchaus parallelfasrige Aggregate, wo sie eingewachsen vorkommen, denn man findet sie (und das ist ihr bestes morphologisches Charakteristikum unter dem Mikroskope) stets mehr oder weniger gröblich gestreift in der Richtung der Hauptaxe (s. Fig. 33, Taf. VI). Schwerlich dürfte sich diese Streifung anders, etwa durch die oscillatorische Combination der verschiedenen Prismen, erklären lassen, denn sonst müsste man eine ähnliche Streifung an den Turmalindurchschnitten, eine zu c normale an Bergkrystallschliffen erwarten. Das ist aber mit nichten der Fall, sondern es scheint nach meinen mikroskopischen Erfahrungen, als ob die oscillatorische Combination mehrerer Krystallgestalten nur in einer äusserlichen Streifung ihren Ausdruck findet, nicht in einer auch innerlichen parallelfasrigen Structur; Streifung der Durchschnitte dagegen deutet entweder auf Spaltung, auf periodische Intermittenz im Wachsthum, auf Aggregate paralleler Individuen oder auf Zwillingsbildung. — Die Richtigkeit dieser Ansicht ergiebt sich auch daraus, dass man an den Dünnschliffen von wirklichen Melilith-Krystallen (s. Fig. 34, Taf. VI) eine Streifung gar nicht wahrnimmt, während sich hier bisweilen die unvollkommene Spaltung nach oP durch rauhe Risse kundgiebt. Besonders schön lässt sich das an Dünnschliffen des honiggelben bis braunen, körnig krystallinischen Melilithes von Capo di Bove beobachten, der übrigens nicht homogen ist, sondern neben gelben Melilithkrystallen fast genau so gefärbte kleine Augit-Individuen und ein nahezu wasserhelles, längsgestreiftes, klinobasisches Mineral enthält, dessen Natur ich bislang nicht bestimmen konnte. Der Melilith

* Ztschr. d. deutsch. geol. Ges. XVIII, 527 und 528 (auch Anmerkung). 1866.

und Augit unterscheiden sich in diesem Falle am besten durch die Lage ihrer Hauptschwingungsebenen (Elasticitätsaxen). Alle diese drei krystallinischen Gemengtheile liegen in einer grau-isabellfarbenen, feinst punktirten Grundmasse mit Aggregatpolarisation, welche wohl wirklich dichter Melilith nach ihrem chemischen Verhalten sein wird.

Das Studium der Mikrostructur des eingewachsenen Melilith beginnt am besten mit den Dünnschliffen des Leucitophyr vom Capo di Bove. Schon im auffallenden Lichte mit der Loupe beobachtet, nimmt man die graulichgelben Flecken wahr, die der Melilith bildet. Er erscheint hier in prächtigstängligen Aggregaten und die rohe Streifung unterscheidet ihn leicht vom Augit (s. Fig. 33, Taf. VI). Innigst durchwachsen mit den körnerführenden Leuciten, unterbrechen diese seine Streifung, ohne indess ihre Richtung zu ändern. Seine Farbe ist ein schmutziges, lichteres oder dunkleres Graugelb; doch findet man ihn auch orangegelb bis bräunlich. Man muss sich hüten, gelbe bis bräunliche Biotitblättchen, welche, parallel c durchschnitten, starke Streifung zeigen, für Melilith zu halten; ihre Streifung, Folge der lamellaren Structur, ist viel zarter. Ueberdiess erkennt man sie bei Drehung des Polarisator, wenn man den Analysator entfernt hat, sofort an ihrer starken Absorption. — Wo der Melilith in olivinführenden Gesteinen auftritt, da ähneln ihm die Zersetzungsproducte dieses Minerals oft sehr, aber auch hier wird man ihn bald an der charakteristischen starken Parallelfaserung erkennen.

Der Melilith ist schwach doppelbrechend und optisch negativ, also $\omega > \varepsilon$. Seine Interferenzfarben im polarisirten Lichte sind oft ein schönes Berlinerblau und Braungelb; selbstverständlich verhalten sich die quadratischen Durchschnitte wie isotrope Körper. — Dichroismus ist nicht merklich.

Zirkel fand und beschrieb ihn zuerst mikroskopisch von Capo di Bove,* dann im leucitführenden Basalt vom Scheibenberge im Erzgebirge,** im Hauynophyr von Melfi,*** im Nephelinit von Bühne† und giebt endlich in seinem oben citirten Werke weitere Fundorte, denen ich die nephelin- und leucitführenden Eruptivgesteine vom Eichberge bei Rothweil und vom Horberig bei Oberbergen am Kaiserstuhl hinzufügen kann; an beiden Orten tritt er in schmäleren und längeren, grobstreifigen, mattgelben Partieen auf. — Nicht zu verkennen ist es, dass der Melilith lediglich auf die nephelin- und leucitführenden basal-

* Ztschr. d. deutsch. geol. Ges. XX, 118. 1868.

** Pogg. Ann. CXXXVI, 558. 1869.

*** N. Jahrb. f. Mineral. 1870. 821.

† N. Jahrb. f. Mineral. 1872. 5.

tischen Laven und ächte Basalte beschränkt ist; niemals fand er sich bisher in einem ächten Feldspathbasalt.

Salzsäure löst den Melilith unter Gelatination auf und diese leichte Zersetzlichkeit bewirkt es denn auch, dass man ihn so oft schon verändert in den Gesteinen antrifft; er ist dann opak geworden und seine Mikrostructur meistens kaum noch erkenntlich.

10. Apophyllit.

Wenn gleich der Apophyllit nirgends in den Gesteinen selbst, weder als wesentlicher noch als accessorischer Gemengtheil auftritt, sondern nur in Höhlungen und Mandelräumen als ein Auslaugungsproduct derselben, so möge ihm dennoch wegen seiner ganz ausserordentlich interessanten optischen Eigenschaften hier ein Platz vergönnt sein.

Weder in ihren Interpositionen, noch auch in ihrer Mikrostructur zeigten mir die Apophyllite von St. Andreasberg, Castel Gomberto, Bergenhill, Poonah und Seisseralpe irgend etwas besonders Bemerkenswerthes. Die mattfleischrothe Farbe des letzteren verschwindet in dünnen Platten fast vollständig und nur vereinzelt begegnet man eingeschlossenen Hämatittäfelchen. Das Pigment scheint demnach in sehr diluter Vertheilung vorhanden zu sein. — Fast alle Apophyllite zeigen bei genauer Beobachtung auch ohne Anwendung des Analysator, ja in manchen Fällen (Poonah) auch ohne Polarisator matte innerliche Färbungen, die oft etwas eigenthümlich Opalartiges haben; und zwar stehen diese Farben in strengster Beziehung zu höchst zarten Absonderungsflächen im Innern der Krystalle, welche parallel oP verlaufen. Dieselben sind oft rechtwinklig begrenzt, oft aber auch fransen sie sich seitlich in den merkwürdigsten Formen, blattartig, fingerig, moosartig aus und scheinen nie den Krystall in seiner ganzen Ausdehnung zu durchsetzen. Nur auf die Stellen, wo diese Absonderungsflächen sich finden, die bei günstiger Beleuchtung oft gerade wie feinste Membranen aussehen, sind die schwachen Farbenerscheinungen begrenzt. Es scheint, dass sie die Folge der Interferenz der an der oberen und unteren Grenze der Absonderungsfläche abgelenkten Strahlen sind; denn bei geeigneter Beleuchtung im auffallenden Lichte zeigen sich ganz analoge Farbenerscheinungen an den gleichen Stellen in Folge der Interferenz der an den genannten Grenzen reflectirten Strahlen. Diese durch Interferenz des reflektirten Lichtes entstehenden Farbenphänomene pflegen schärfer umgrenzt und lebhafter zu sein. Da es mir bisher noch nicht gelang, die zur Hervorrufung des Phänomens

erforderliche Incidenz mit Sicherheit zu bestimmen und eine genaue Erklärung nur durch die Combination der Erscheinung im auffallenden und im durchfallenden Lichte möglich wird, so muss ich mich auf die Angabe des Thatsächlichen beschränken. Das ganze Phänomen hat offenbar nichts gemein mit dem von DESCLOIZEAUX in seinem Manuel de Minéralogie pag. 126 an Krystallen von Naalsöe beschriebenen, wonach diese, im parallelen polarisirten Lichte bei der 45° Stellung senkrecht zur optischen Axe durchblickt, scharf gegen einander abgegrenzte, farbige Felder zeigen, die symmetrisch links und rechts von derselben, aber unsymmetrisch zu ihren Polen liegen, während man parallel der Hauptaxe hindurchschauend ein bei verschiedenen Platten verschiedenes Relief wahrnimmt, welches oft die Form einer quadratischen Pyramide mit Basis hat, woran noch die Flächen einer stumpferen biquadratischen Pyramide liegen. BREWSTER gab diesen Krystallen wegen der genannten Erscheinungen den Namen Tesselit.

Die Erscheinungen, welche senkrecht zu c gespaltene Apophyllitplatten im convergenten polarisirten Lichte zeigen, sind sehr abweichend von denen andrer Krystalle. Statt der gewöhnlichen farbigen treten nur abwechselnd dunkel violette und weisse Ringe auf, die vom schwarzen Kreuz durchschnitten werden. Dann sind nach DESCLOIZEAUX (l. c.) die Krystalle optisch positiv, wovon man sich leicht vermittelst der Viertelundulationsglimmerplatte überzeugt. Hieher gehören die Vorkommnisse von der Seisser Alpe, Andreasberg z. Th., Skye, Far-Oer, Island, Poonah, Utöen, von denen nur seltene Exemplare die gewöhnlichen farbigen Ringe geben. Andere Krystalle von Utöen und die von Cziklowa im Banat zeigen ein grauliches Kreuz in violettem Felde und sind optisch negativ. Endlich giebt es in Utöen Krystalle, in denen von zwei sich berührenden und durch Nichts zu unterscheidenden Lamellen die eine optisch positiv ist und die erste Erscheinung zeigt, während die andere optisch negativ ist und die zweite Erscheinung erkennen lässt. Auch lässt wohl ein- und dieselbe Lamelle solche Verschiedenheiten wahrnehmen. DESCLOIZEAUX * giebt an, dass in einem Krystall von Utöen das Kreuz in Hyperbeln zerfallen war, deren Lage sich bei Erwärmung nicht änderte. Das gleiche Verhalten fand ich an Krystallen von Bergenhill und Poonah, bei denen überdiess die Ringe stark elliptisch verzogen sind. ** Die Brechungsexponenten bestimmte DESCLOIZEAUX an Krystallen von Naalsöe zu $\omega\rho = 1.5317$ und $\varepsilon\rho = 1.5331$.

* Nouvelles recherches etc. Paris 1867. pag. 11.

** BIOT führt diese scheinbare Zweiaxigkeit auf Lamellarpolarisation zurück. cf. Mémoires de l'Institut. XVIII, 673. 1842.

Herschel erklärte die Polarisationsphänomene des Apophyllit dadurch, dass derselbe für die Strahlen gewisser Wellenlängen optisch positiv, für andre optisch negativ sei und unterschied drei Varietäten bei diesem Mineral, nämlich solche, bei denen der Charakter der Doppelbrechung im Indigo von positiv in negativ übergeht, solche, bei denen dieser Uebergang im gelben Theile des Spectrums stattfindet, und solche, die durchaus positiv sind. Er fand $\mu = 1.5431$. — Künstlich lassen sich die Interferenzbilder des Apophyllit durch Superposition positiver und negativer Krystallplatten nachahmen.

Haidinger untersuchte den Dichroismus des Apophyllit und fand an Krystallen von Tirol O bräunlich, E milchweiss und die Absorption für O stärker, als für E; — an Krystallen von Poonah O gelblichweiss, E berggrün und E stärker absorbirt als O.

Mineralien des hexagonalen Krystallsystemes.

Der optische Charakter der Mineralien des hexagonalen Krystallsystemes ist absolut derselbe, wie der des quadratischen und kann also für ihre optische Charakteristik durchaus auf das pag. 185 Gesagte verwiesen werden. Nur ist selbstverständlich, dass die isotrop sich verhaltenden Durchschnitte hier regelmässige Hexagone von Winkeln = 120° sein müssen, während die anisotropen entweder oblong rechtwinklig (entsprechend einer Combination $\infty P . oP$), oder ungleichwinklig sechsseitig (entsprechend der Combination $\infty P . P$), oder endlich, was nur sehr selten der Fall sein wird, ungleichwinklig achtseitig ($\infty P . P . oP$) sein werden. Für die hemiëdrischen Gestalten ändern sich die analogen Durchschnitte in leicht abzuleitender Weise. — Die optischen Anomalieen sind im hexagonalen System ebenfalls ganz entsprechend denen im quadratischen; kurz die Entscheidung, ob ein betreffender Durchschnitt einem quadratischen oder hexagonalen Mineral angehöre, kann nur auf Grund der Umrisse in Verbindung mit ihrem Verhalten im polarisirten Lichte gegeben werden.

1. Graphit.

Unter den Pigmenten, welche im Mineralreiche an und für sich farblosen Substanzen eine unwesentliche Färbung ertheilen, ist der Kohlenstoff eines der verbreitetsten. Diejenige Modification desselben, welche man Graphit nennt und die sich durch ihre Krystallisation in hexagonalen Blättchen charakterisirt, welche von Andern für klinorhombisch gehalten werden, tritt hie und da in Granit, Gneiss und Schiefern als wesentlicher Gemengtheil der nach ihm benannten Varietäten dieser Gesteine auf und ersetzt gewissermassen den Glimmer.

Unter dem Mikroskope bildet der Graphit theils selbstständige Blättchen und Schüppchen, die einzeln liegen oder sich zu grösseren Aggregaten verbinden, theils aber findet er sich in feinster Vertheilung, oft in nicht mehr gesondert zu erkennenden Theilchen, in den mit ihm

associirten Mineralien und ertheilt diesen braune oder bläuliche Färbung. — Die selbstständigen Graphitblättchen sind stets durchaus undurchsichtig und unter dem Mikroskope überhaupt schlecht charakterisirt. —

Ganz in derselben Weise findet sich die eigentliche Kohle ausserordentlich verbreitet als Pigment in den Thonschiefern, in Kalksteinen, Dolomiten und Quarziten, und giebt auch als Einschluss in den darin neugebildeten Mineralien (Couseranit) diesen ihre Färbung.

2. Hämatit.

Wo immer der Hämatit in den Gesteinen in Krystallform auftritt, da bildet er flache, sechsseitige Tafeln, welche eine Combination der Basis mit dem Rhomboëder sind. Seine Durchschnitte sind demnach auch sechsseitig tafelförmig oder schmal leistenförmig. Viel häufiger als die normalen, ganz regelmässigen Täfelchen findet man mehr oder weniger unsymmetrisch ausgebildete, bei denen einzelne Seitenpaare auf Kosten der andern stark entwickelt erscheinen. Nicht selten auch trifft man sie mit unregelmässig gekerbten, gezackten und gefransten Rändern; endlich bildet der Hämatit unregelmässig gestaltete Körner und Fetzen, die einzeln oder aggregirt durch die Gesteinsmasse zerstreut liegen. Auch die tafelförmigen Kryställchen haben sich oft nach den Symmetriegesetzen ihres Krystallsystemes zu Aggregaten und Krystallgruppen verbunden.

Wo das Eisenoxyd in der „Eisenglanz“ genannten Varietät in den Gesteinen vorkommt, da ist es selbst im dünnsten Schliffe noch undurchsichtig, wie das Magneteisen, und dann von diesem nicht zu unterscheiden, wenn keine deutliche Krystallform vorliegt. Der Eisenglanz hat denselben Metallglanz, wie der Magnetit, löst sich wie dieser in Salzsäure, wenn gleich merklich langsamer. Dazu kommt, dass nach den Angaben der mineralogischen Lehrbücher auch der Eisenglanz magnetisch ist, so dass auch durch die Probe mit dem Magnetstabe im Gesteinspulver eine sichere Entscheidung nicht möglich wäre. Allerdings scheint es, als ob diese Angabe noch der Bestätigung bedürfe und keineswegs über den Zweifel erhaben sei. Es wäre nämlich sehr leicht möglich, dass sich im undurchsichtigen Eisenglanz ebensolche Partikel von Magnetit eingeschlossen fänden, welche die angegebenen magnetischen Eigenschaften bedingten. Dafür spricht einmal der Umstand, dass nicht alles Pulver des Eisenglanzes am Magnetstabe hängen bleibt, sondern nur ein verhältnissmässig kleiner Theil und dass ferner, wenn man das Eisenoxyd in der Form des Eisenglimmers und

Eisenrahms mit dem Magnetstabe untersucht (man breitet die Blättchen auf feinem Postpapier aus und führt den Stab darunter her), keinerlei Einwirkung auf dieselben wahrgenommen wird. Wohl bewegt sich hie und da ein vereinzeltes, undurchsichtiges Körnchen von beigemengtem Magnetit, nie eines der rothen, durchscheinenden Blättchen. — In jedem Falle dürfte es gerathen sein, das mit dem Magnetstabe ausgezogene Pulver genau auf seine Farbe zu untersuchen; war es Eisenglanz, so muss das Pulver natürlich roth sein.

Der Eisenglanz findet sich in manchen Graniten und Gneissen stellenweise als ein Stellvertreter des Glimmers und bildet überdiess bekanntlich eine eigne Gebirgsart, den Itabirit, von theils dichter, theils schiefriger Structur. Gustav Rose* fand ihn ferner als nie fehlenden Gemengtheil in dem Porphyrit von Ilefeld am Harz und anderen verwandten Gesteinen.

Weit leichter ist unter dem Mikroskop jene Varietät von Eisenoxyd zu erkennen, welche man Eisenglimmer und Eisenrahm genannt hat. Beide sind charakterisirt durch ihre cochenillrothe bis gelbe und graugelbe Farbe je nach der Zartheit ihrer Blättchen (s. Fig. 35, Taf. VI). Dieselben sind überdiess durchscheinend bis durchsichtig, werden bei horizontaler Lage zwischen gekreuzten Nicols stets dunkel und zeigen in dieser Lage keinerlei Dichroismus. Sie treten theils selbstständig in den Gesteinen auf und zwar in sehr manchfachen, theils als Einschluss in den übrigen Mineralgemengtheilen. Besonders schön sind sie bisweilen in den Quarzporphyren, im Gestein selbst und in den Quarzeinsprenglingen. Kosmann** nennt sie in den Domiten der Auvergne; ebenso findet man sie in den Trachyten und Andesiten vieler Localitäten und Zirkel*** beschreibt sie aus einer ganzen Reihe von Basalten, deren Zahl sich leicht noch vermehren liesse. Als Einschluss in den Mineralien bedingt der Eisenglimmer oft die rothe Farbe derselben und giebt Veranlassung zu den prächtigsten Glanz- und Lichterscheinungen. Vielfach untersucht ist sein Vorkommen in dem Sonnenstein von Twedestrand und anderen Sonnensteinen (Kenngott möchte allerdings die rothen Täfelchen im Sonnenstein eher für Pyrrhosiderit halten, nicht für pyrite magnétique, wie irrthümlicherweise in Descloizeaux Manuel de Minéralogie 314 steht; vgl. übrigens „Sonnenstein"), im Carnallit, im Heulandit vom Fassathal, im Cancrinit und im Apophyllit von der Seisseralpe. Aehnlich trifft man ihn in manchen Serpentinen, im Anthophyllit und anderen

* Ztschrft. d. deutsch. geol. Ges. XI, 298. 306. 1859.

** Ztschrft. d. deutsch. geol. Ges. XVI, 665. 1864.

*** Basaltgesteine. Bonn 1870, pag. 71.

Mineralien und zwar hier, wie FISCHER * beobachtete, oft in eigenthümlicher Beziehung zu undurchsichtigen Erzkörnern (Magnetit? Eisenglanz?), um welche er sich lagert und mit denen er innigst verflösst ist, so dass man wohl an eine Umwandlung der dunklen Körner in die rothen durchscheinenden Tafeln denken muss. — Wo im Dünnschliff die Eisenglimmertäfelchen auf der Oberfläche liegen, da zeigen sie im reflectirten Lichte oft einen vielfarbigen Schiller und starken metallischen Glanz. —

Ganz besonders interessant sind die regelmässigen Verwachsungen des Eisenglimmers mit dem zweiaxigen Glimmer erster Art (Ebene der optischen Axen $\infty P\breve{\infty}$), welche GUSTAV ROSE ** an Vorkommnissen

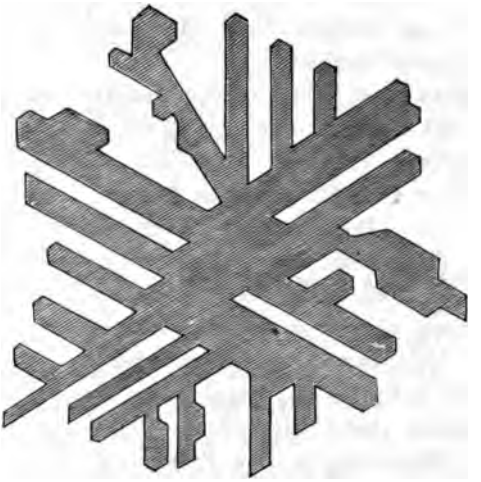


Fig. 73.

von Pennsbury und New-Providence in Pennsylvanien, und von South-Burgess und Grenville in Canada beschrieb. Der Hämatit bildet auf den Spaltungsflächen dieser Glimmer sechsseitige, oft in die Länge gezogene Tafeln, die unter einander und zugleich den Seitenflächen des zweiaxigen Glimmers parallel sind. Doch sind die Tafeln nicht nur einzeln zerstreut und in Reihen geordnet, die sich unter 60^0 schneiden, sondern aus jeder Reihe entwickeln sich mit einer gewissen Regelmässigkeit andere, welche zu ihnen und unter einander wieder unter 60^0 geneigt sind, wodurch höchst regelmässige, sternförmige Figuren entstehen, welche einen Asterismus des Glimmers bedingen. Fig. 73, welche G. ROSE's Abhandlung entlehnt ist, zeigt diese Anordnung sehr deutlich.

* Kritische, mikroskop.-mineral. Studien. 1te Fortsg. Freiburg i. B. 1871, p. 58.

** Monatsber. der k. Akad. d. Wiss. Berlin 1869, 19. April, p. 352 sqq.

3. Titaneisenerz.

Das mit dem Eisenglanz isomorphe Titaneisen bildet z. Th. tafelartige Krystalle, deren Durchschnitte sich unter dem Mikroskope entweder als mehr oder weniger regelmässige Hexagone oder als schmale Leisten herausstellen, z. Th. körnige Partieen und kann in keinem Falle von dem Magnetit oder dem Hämatit bloss durch mikroskopische Untersuchung unterschieden werden, da beide Erze die gleichen Durchschnitte liefern können. Man ist also, da auch die Undurchsichtigkeit allen dreien zukommt und endlich auch dem Titaneisenerz von manchen Autoren ein Magnetismus von verschiedener Intensität zugeschrieben wird, lediglich auf die chemische Prüfung angewiesen, sei es dass man den Titangehalt auf nassem Wege oder durch die bekannten Löthrohrreactionen nachweisen will.

Schon Gustav Rose* fand in dem Gabbro von Neurode in Schlesien Magnetit mit Titaneisenerz zusammen; da aber der Magnetit im Olivin eingewachsen war, das Titaneisen selbstständig im Gesteine auftrat, rüttelte er nicht an der alten Ansicht, beide Erze kämen nicht neben einander vor. Der chemische Nachweis liess keinen Zweifel an der Natur des Titaneisens, aber auffallend ist der energische Magnetismus, welchen G. Rose daran beobachtete. — v. Richthofen** giebt an, das Titaneisen überwiege den Magnetit an Menge in den Augitporphyren und Melaphyren; da er ihm aber Octaëderform zuschreibt, so hat er wohl lediglich das titanhaltige Magneteisen im Auge. — Laspeyres*** wies zuerst die Coëxistenz des unmagnetischen Titaneisens und des Magnetits in den Palatiniten nach und Streng† bestätigt diese Angabe. — Zirkel†† beobachtete bei seinen Aetzversuchen, dass manche der opaken, schwarzen, nicht magnetischen Körner in Basalten von Salzsäure nicht gelöst wurden und rechnet sie zum Titaneisen, dessen hexagonale Umrisse er auch stellenweise deutlich erkannte. Doch meint er, bei den Aetzversuchen könne eine Verwechslung mit Pleonast oder Picotit unterlaufen. Beobachtung des in Canadabalsam eingemengten Pulvers vor und nach dem Aetzen sichert vor einem solchen Irrthum, da Pleonast grün und Picotit rothbraun durchsichtig werden, das Titaneisen dagegen selbst in feinster mechanischer Zertheilung opak bleibt. — Möhl††† erwähnt das Titan-

* Ztschr. d. deutsch. geol. Ges. XIX, 286. 1867.

** Sitzber. d. k. Akad. d. Wiss. Wien XXXIV, 330 und 401. 1859.

*** N. Jahr. f. Mineralogie. 1869. 513.

† N. Jahrb. f. Mineralogie 1872. 385.

†† Basaltgesteine. Bonn 1870. 70.

††† Gesteine der Sababurg. Druckort? Jahreszahl? pag. 22 und 28.

eisen in den Tachylyten von Bobenhausen und Dransfeld. — Fr. Sandberger* hat die Ansicht ausgesprochen, dass das Vorhandensein des Titaneisens und das Fehlen des Magnetits den Dolerit und Anamesit in charakteristischer Weise vom Feldspathbasalt unterscheide; bislang entbehrt indessen dieser Ausspruch wohl noch der erforderlichen Begründung, denn sonst müsste man einen nicht unbedeutenden Theil der basaltischen Gesteine des Kaiserstuhls, gegen deren Bezeichnung als Dolerite sich Sandberger selbst mit Recht verwahrt, trotzdem zu diesen zählen, da sie stellenweise bis zum vollständigen Verdrängen des Magnetits titaneisenhaltig sind. So finden sich die schmalleistenförmigen Durchschnitte derselben, welche den Schliffen das eigenthümlich zerhackte Aussehen geben, in prägnantester Ausbildung in den olivinreichen Vorkommnissen des Scheibenbergs (Varietät: porphyrartig durch Augit) und der Limburg (wo sie unter den Tuffen mit Prunus padus (?) liegen), in den olivinfreien vom Kichlingsberge, St. Catharinenkapelle und Rinderweg.

4. Smirgel.

Literatur.

Ferd. Zirkel, Mikromineralogische Mittheilungen. N. Jahrb. f. Mineral. 1870. 822.

Zirkel untersuchte das käufliche Smirgelpulver, welches in Canadabalsam eingerührt wurde, und ebenso die Vorkommnisse vom Ochsenkopf bei Schwarzenberg in Sachsen, Naxos und Spanien, nachdem sie von den makroskopisch mit ihnen verwachsenen Mineralien gesondert waren. Er fand den Smirgel nicht homogen, sondern gemengt aus farblosen bis blauen Splitterchen von Korund- oder Sapphirsubstanz mit reichlichen Gasporen und in grosser Menge damit verwachsenen Körnchen von Magnetit, welche, der Mehrzahl nach ganz undurchsichtig, nur an ganz feinen Rändern bräunlichschwarz durchscheinend waren. Diesem fremden Gaste schreibt es Zirkel zu, dass die Härte des Smirgels kleiner und sein specifisches Gewicht höher ist, als das der reinen Korundsubstanz. — Auffallend bleibt immerhin nicht so sehr die Durchsichtigkeit des Magnetits an und für sich, als vielmehr die Farbe des durchgelassenen Lichtes. Eine Angabe über den Magnetismus der opaken Körnchen mit bräunlich durchscheinenden Rändern habe ich an der oben citirten Stelle nicht gefunden. — Nicht seine petrographische Bedeutung, sondern seine Wichtigkeit als Schleifmaterial liess den Smirgel hier erwähnen.

---

* N. Jahrb. f. Mineral. 1870. 206.

5. Pyrrhotin.

Der Pyrrhotin ist mikroskopisch nicht wohl zu bestimmen, da er durchaus undurchsichtig bleibt, und seine Krystallgestalt, selbst wenn sie öfter vorkäme, als dieses der Fall ist, ihn nicht gegenüber anderen undurchsichtigen Mineralien charakterisiren würde. Während des Schleifens lässt sich seine Anwesenheit oft aus denselben Indicien vermuthen, die beim Pyrit angegeben wurden.

Er findet sich bekanntermassen in sehr mannichfachen Gesteinen, so z. B. im Granit (oft mit Cordierit vergesellschaftet), in Diorit, Serpentin, basaltischen Felsarten, in Thonschiefer, Chloritschiefer und Gneiss. —

5. Calcit.

Es würde weit über die Grenzen dieses Buches hinausgehen, wollte ich auch nur eine annähernd erschöpfende Besprechung der mikroskopischen Verhältnisse dieses so sehr interessanten und weit verbreiteten Minerals versuchen. Da der Calcit in den gemengten krystallinischen Gesteinen, sei es innerhalb ihrer festen Masse, sei es in primären oder secundären Hohlräumen, nur als ein späteres Zersetzungsproduct vorkommt, so möge es an einer kurzen Charakteristik dieser Vorkommnisse genügen. Behrens * glaubt allerdings auf Grund seiner mikroskopischen Studien an den Grünsteinen, es keineswegs als ausgemacht ansehen zu dürfen, dass der Calcit stets ein secundärer Gemengtheil derselben sei.

Vorzugsweise sind es die basischen Silicatgesteine, in denen sich der Kalkspath als Zersetzungsproduct auf capillaren Spalten einstellt. Er hat dann meistens eine sehr feinkörnige Structur und charakterisirt sich durch seine Farblosigkeit und wo er ein wenig grobkörniger ist, durch scharfe, parallele Risse, welche seiner vollkommenen rhomboëdrischen Spaltung entsprechen. Seine Polarisationsfarben sind in Folge seiner starken Doppelbrechung wenig intensiv; der Wechsel bei parallelen und gekreuzten Nicols bewegt sich mehr zwischen allgemein hell und dunkel. Behrens macht l. c. darauf aufmerksam, dass man sich mit Vortheil dieser starken Doppelbrechung zur Erkennung des Calcit bedienen kann, indem man das polarisirende Nicol entfernt und nur den Analysator beibehält, dessen Hauptschnitt man abwechselnd zu dem des Calcits parallel und senkrecht stellt. — Bei Beobachtung zwischen gekreuzten Nicols räth er die Anwendung eines retardirenden

* N. Jahrbuch f. Mineralog. 1871. 462.

Gyps- oder Glimmerblättchens von bekannter Interferenzfarbe. — In vielen Fällen ist der kohlensaure Kalk in so fein vertheiltem Zustande durch die ganze Gesteinsmasse zerstreut, dass er auch der aufmerksamsten Beobachtung bei Anwendung bloss optischer Hülfsmittel entgeht. In solchem Zustande ist er nur durch Benetzung des Schliffes mit schwachen Säuren (Essigsäure) sofort durch die Entwicklung von Kohlensäurebläschen aufzufinden.

Andrerseits trifft man den kohlensauren Kalk als Ausfüllungsmasse der Hohlräume in den Gesteinen und hier entweder allein oder in Gesellschaft mit anderen Mineralien, zumal Zeolithen. In beiden Fällen bildet er entweder Krystalle oder krystallinische Massen. Oft sind die Wände der Hohlräume unmittelbar mit Kryställchen garnirt, deren Form man deutlich an den mikroskopischen Durchschnitten erkennt, während die Zwischenräume derselben und die inneren Theile der Mandel von körnigen, blättrigen oder stengligen Calcitaggregaten erfüllt werden. In anderen Fällen ist die Kalkausfüllung einer Mandel bekanntermassen ein einziges Individuum, wie man an den durchgehenden Spaltungsrichtungen erkennt. Seltener findet man in diesen Ausfüllungen grobkörnige Aggregate, die ganz die Structur des Marmors haben, welche zuerst Oschatz * beschrieb. Es ist dann nämlich jedes Korn ein polysynthetisches Krystalloid nach — $^1/_2$ R und die Zwillingslamellen sind durch scharfgerade Linien angedeutet (s. Fig. 74). Die Begrenzung der einzelnen Körner ist meistens eine unregelmässig eckige bis rundliche und in jedem Korne laufen die Streifen in anderer Richtung; dabei wechseln breitere und schmalere Lamellen in der unregelmässigsten Weise. — Da wo die Lamellen geneigt zu ihren Zwillingsebenen vom Schliffe getroffen wurden, bemerkt man oft selbst im gewöhnlichen Lichte und ohne Polarisationsinstrument matt, aber deutlich verschiedengefärbte Streifen, welche bei Einschaltung eines polarisirenden Nicols lebhafter hervortreten und deren Farbe und Intensität sich dann bei wechselnden Horizontallagen des Präparats ändern. Diese Farben scheinen mir nicht blos von der Interferenz der an den beiden Grenzflächen der Zwillingslamellen gebrochenen Strahlen zu resultiren, aber eine eingehendere Besprechung muss ich einem andern Orte vorbehalten; bemerkt sei nur noch, dass die

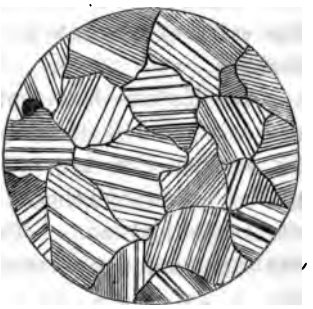


Fig. 74.

* Ztschr. d. deutsch. geol. Ges. VII, 5. 1855.

körnigen Kalke von Schelingen am Kaiserstuhl und Auerbach an der Bergstrasse in ganz besonders schöner Weise das Phänomen zeigen, welches einigermassen an die im polarisirten Lichte so schön streifig gefärbten Plagioklase erinnert. —

Stelzner,* welcher die körnigen Kalke vom Altai untersuchte und an ihnen ebenfalls die polysynthetische Zwillingsbildung fand, macht darauf aufmerksam, dass möglicherweise nicht nur die unregelmässige Gestalt der einzelnen Körner, sondern auch ihre Zwillingsstructur mit dem Druck zusammenhänge, welchen beim Krystallisiren die einzelnen sich individualisirenden Massen auf einander ausübten. Bekanntlich hat Reusch** gezeigt, wie leicht man einfache Calcitkrystalle und Spaltungsstücke durch einen allmählig gesteigerten Druck auf zwei statt der Polkanten angeschliffenen Flächen in ein System von Zwillingslamellen nach $-\frac{1}{2}$ R verwandeln kann und schon Fr. Pfaff*** hatte gefunden, dass durch seitlichen Druck die Interferenzfigur einer Calcitplatte eine bleibende Veränderung erlitt, welche nun genau mit der Figur stimmte, die Brewster† von einer Platte mit eingeschlossener Zwillingslamelle giebt.

Wo in Mandelräumen Calcit mit Zeolithen zusammen auftritt, unterscheidet man beide entweder durch ihr Polarisationsverhalten oder durch Behandlung mit Essigsäure, wenn die Structurverhältnisse keine hinreichend sicheren Anhaltspunkte geben. Auch pflegt, worauf ich an solchen Vorkommnissen von der Limburg†† aufmerksam machte, eine stärkere Absorption den Calcit gegenüber den Zeolithen auszuzeichnen.

Der Kalkspath ist optisch negativ und seine Brechungsexponenten sind $\omega = 1.6543$ und $\varepsilon = 1.4833$. Nach übereinstimmenden Angaben der meisten Forscher wird der ordentliche Strahl stärker absorbirt, als der ausserordentliche; nur Brewster giebt umgekehrt E stärker als O absorbirt an. — Der Dichroismus, welcher von Haidinger und Brewster untersucht wurde, ist stets schwach, oft kaum merklich. —

---

* Petrographische Bemerkungen über Gesteine des Altai. — Sep.-Abdr. aus Cotta: „Der Altai". Leipzig 1871, pag. 57. — Ueber die Structurverhältnisse des körnigen Kalkes vgl. ferner: Inostranzeff, Kalksteine und Dolomite; in Tschermak, Mineral. Mittheil. 1872, I, 45.

** Ueber eine besondere Gattung von Durchgängen in Steinsalz und Kalkspath. Pogg. Ann. CXXXII, 445. 1867; und Monatsber. d. Berlin. Akad. 1867. April.

*** Pogg. Ann. CVII, 336. 1859.

† Optics, new edition, 254.

†† N. Jahrb. f. Mineral. 1872, 64.

6. Apatit.

Literatur.

Ferd. Zirkel, Basaltgesteine. Bonn 1870, pag. 72—74.
R. Hagge, Mikroskopische Untersuchungen über Gabbro und verwandte Gesteine. Kiel 1871, pag. 58.
H. Rosenbusch, Der Nephelinit vom Katzenbuckel. Freiburg i. B. 1869. passim.

Der Apatit findet sich eingewachsen in den Felsarten nur im krystallisirten Zustande und bildet vorzugsweise lange schmale Säulchen, $\infty P . oP$, nur selten noch mit kleinen Pyramidenflächen. Meistens in vollkommen normaler Entwicklung und scharfer Krystallbegrenzung setzt nicht er an den übrigen Gemengtheilen ab, sondern diese an ihm, wobei sie ihn oft ganz oder theilweise umwachsen haben, so dass es scheint, als sei der Apatit eines der zuerst krystallisirten Mineralien. Seltener trifft man ihn normal zum Prisma gegliedert oder schwach gebogen. Gerade das Hindurchsetzen der feinen Nädelchen durch die verschiedenen Mineralgemengtheile der Gesteine ist für den Apatit sehr charakteristisch. Seine Durchschnitte sind natürlich lang rechteckig ($\parallel c$) oder hexagonal ($\parallel oP$). — Gewöhnlich wird man beobachten, dass die Apatitsäulchen sich stellenweise im Gesteine häufen, während sie an andern Stellen gänzlich zu fehlen scheinen.

Die Farbe derselben im durchfallenden Lichte ist meistens ein reines, etwas grelles Weiss, hie und da mit einem schwachen Stich ins Bläulichweisse oder Gelbliche, und wo die kleinen Stäbchen nicht durchschliffen wurden, sondern ganz im Dünnschliff liegen, bemerkt man, dass ihre vertikalen Flächen sehr fein drusig sind. Theils ganz frei von Einschlüssen, führt der Apatit dennoch in manchen Gesteinen höchst winzige, nicht näher bestimmbare Nädelchen und Körnchen, welche ihn staubig erscheinen lassen. Dieselben häufen sich meistens central an und finden sich hier dann bisweilen in solcher Menge, dass die Apatitsubstanz ganz opak wird und nur eine helle hexagonale Zone (wenn der Schnitt parallel oP) oder zwei helle Ränder ($\parallel c$) übrig bleiben. — Eine sehr zierliche Erscheinung ist die von Zirkel beobachtete Verwachsung von Apatiten, wobei um ein grösseres Säulchen sich weitere sechs kleine an die vertikalen Kanten so legen, dass sowohl die Hauptaxen, wie auch alle drei Nebenaxen, für sämmtliche Individuen parallel sind.

Die sichere Erkennung des Apatit ist besonders da schwer, wo er mit Nephelin zusammen vorkommt, von dessen kleineren Individuen ihn weder Mikrostructur, noch Durchschnitte scharf unterscheiden. Indessen kann man es wohl einen bislang als richtig bewährten Erfah-

rungssatz nennen, dass die Längsausdehnung beim Apatit ganz bedeutend über die Breite überwiegt. Das hilft indessen nur bei Durchschnitten parallel c; bei solchen senkrecht zu c bleibt die Unterscheidung eben unsicher und man muss nach den anderen Durchschnitten suchen, bei denen ausser der genannten Proportion von Länge und Breite auch der Umstand zur Diagnose verwendet werden kann, dass der Apatit bei Drehung des Polarisator eine merkliche Absorption zeigt, während der Nephelin auch nicht die Spur einer solchen wahrnehmen lässt. Aber selbstverständlich gehören doch immer etwas grössere Dimensionen zur Anstellung dieser Probe und bei Schnitten senkrecht zu c kann sie gar keine Anwendung finden. — Bei der Behandlung mit Säuren löst sich der Apatit, der Nephelin gelatinirt; indessen auch dieses Criterium ist bei ganz mikroskopischen Dimensionen sehr schwer mit Erfolg zu verwerthen, wenn man nicht mit Pigmenten injicirt und dann abwäscht, so dass nur die imbibirten gelatinösen Stellen gefärbt bleiben.

Zu erwähnen für die Mikrostructur des Apatit bleibt noch, dass sämmtliche aufgewachsene makroskopische Krystalle, die ich untersuchte, die prächtigsten Flüssigkeitseinschlüsse enthielten und zwar von einer solchen Grösse, dass man sie schon bei den schwächsten Vergrösserungen ($\times$ 80—100) in allen Verhältnissen deutlichst studiren kann. Die Libellen sind in weitaus den meisten Fällen stabil, lassen aber häufig bei Erwärmung eine Ortsveränderung erkennen, oft erst bei wiedereintretender Abkühlung. Besonders die Krystalle von Schlaggenwalde und von Pfitsch sind sehr schätzbare Demonstrationsobjecte. In grünlichen Exemplaren vom letzten Fundorte finden sich sehr grosse, unzweifelhafte Einschlüsse liquider Kohlensäure mit Libelle in einer andern Flüssigkeit. Dass man es nicht etwa mit einem Einschluss sphäroidal begrenzter Kohlensäure zu thun habe, das beweist die ganze Form des Auftretens (kleine Flüssigkeitskugel in grossem Hohlraume mit weit abstehenden Wänden, so dass die Existenz der Libelle in dem Tropfen von Kohlensäure nicht zu begreifen wäre) und besonders der Umstand, dass bei Erwärmung sehr rasch die Libelle verschwindet, während man doch nicht die Spur einer Ausdehnung des Kohlensäuretropfens nach aussen hin wahrnimmt, welche unzweifelhaft stattfinden müsste, wenn um ihn herum ein leerer oder mit Luft erfüllter Raum, und nicht das schwer und wenig compressible Wasser sich befände.

Der Apatit ist optisch negativ; seine Doppelbrechung nicht stark, denn nach Heusser's Untersuchungen weichen ω und ε erst in der dritten Decimale von einander ab. — $\mu = 1.657$ nach Brewster. Der

Dichroismus ist oft sehr bedeutend; so fand HAIDINGER an Apatit von Cabo de Gata O weingelb, E spargelgrün, von Schlaggenwald O berggrün, E nelkenblau, von ebendaher O seladongrün, E indigblau; bei einem andern O lavendelblau, E rosenroth. — BREWSTER fand bei einem blauen Apatit O bläulich, E röthlich; bei einem olivengrünen O gelblichgrün, E bläulichgrün.

Es giebt nur sehr wenige krystallinische, gemengte Gesteine, in denen der Apatit nicht schon chemisch und mikroskopisch nachgewiesen wäre. So beschreibt ihn G. ROSE * im Melaphyr und Löbauer Nephelinit, RICHTHOFEN ** in Augitporphyr, TSCHERMAK *** in Teschenit und Pikrit, KNOP † im Nephelindolerit von Meiches, SANDBERGER †† in Olivinfels, F. v. VIVENOT ††† in Syenit von Blansko (die Syenite der Bergstrasse führen prächtige Apatite, fast stets an Hornblende gebunden), STRENG *† in den Palatiniten und ZIRKEL *†† in quarzführenden Trachyten von Island, in ungarischen und siebenbürgischen Daciten und Rhyolithen, in gewöhnlichen Trachyten und Hornblende-Andesiten (gern an Amphibol und Biotit gebunden), in Granit, in Syenit, Phonolith, Diorit, Uralitporphyr, Diabas und Gabbro, endlich auch im Hauynophyr von Melfi. *†††

Zum Studium des Apatit eignen sich besonders die nephelinführenden Gesteine von Löbau, vom Katzenbuckel und vom Kaiserstuhl, in denen er auch makroskopisch deutlich nachweisbar ist. —

Gegen die Angriffe der Atmosphärilien ist er ziemlich widerstandsfähig, denn in Gesteinen, deren Olivine, Hauyne, Noseane, selbst Nepheline und Leucite schon stark angegriffen sind, zeigt der Apatit kaum eine bemerkliche Veränderung.

7. Quarz.

Literatur.

FERD. ZIRKEL, Mikroskopische Gesteinsstudien. Sitzber. d. Wien. Akad. d. Wiss. XLII, 1. Abth. 1863, passim.

FERD. ZIRKEL, Beiträge zur geol. Kenntniss der Pyrenäen. Ztschr. d. deutsch. geol. Ges. XIX, 98. 106. 1867.

* Ztschr. d. deutsch. geol. Ges. XI, 292. 1859.
** Sitzber. d. k. Akad. d. Wiss. Wien XXXIV, 390. 1859.
*** Sitzber. d. k. Akad. d. Wiss. Wien LIII, 276 et passim. 1866.
† N. Jahrb. f. Mineral. 1865. 695.
†† N. Jahrb. f. Mineral. 1871. 621.
††† N. Jahrb. f. Mineral. 1871. 417.
*† N. Jahrb. f. Mineral. 1872. 385.
*†† N. Jahrb. f. Mineral. 1870. 806.
*††† N. Jahrb. f. Mineral. 1870. 821.

Ferd. Zirkel, Mikromineralogische Mittheilungen. N. Jahrb. f. Miner. 1870. 802 (Krystalle in mikroskopischen Flüssigkeitseinschlüssen).
H. Vogelsang, Philosophie der Geologie. Bonn 1867. 154. 189. 198. 204 u. passim.
Ch. E. Weiss, Beiträge zur Kenntniss der Feldspathbildung. Haarlem 1866. 128. 141 und passim.

Der Quarz als wesentlicher Gemengtheil der Gebirgsarten findet sich theils in einfachen Krystallen der Form .±R.∞R mit untergeordneten Prismenflächen, oder in Körnern und derben krystallinischen Massen. Selbst wo er in Krystallen auftritt, haben diese nur selten scharfe Kanten und Ecken; ihre Umrisse sind daher meistens nur annähernd hexagonal, während für den körnigen und derben Quarz die Begrenzungen durch die Formen der associirten Mineralien gegeben sind. — Man pflegt gewöhnlich anzunehmen, der Quarz trete in den Felsitporphyren, Quarztrachyten und Pechsteinen als Krystall, in den Graniten, Gneissen und verwandten Gesteinen und stellenweise in den Dioriten* mit dichter krystallinischer Structur auf. Das ist indessen nur bis zu einem gewissen Punkte richtig, denn ebenso, wie es Porphyre giebt, die nur Quarzkörner führen, giebt es Granite, die ihn ausnahmslos als Krystall enthalten.**

Da die mikroskopischen Structurverhältnisse des Quarzes in den Gruppen der porphyrischen und trachytischen Gesteine und in den gramitischen Felsarten ziemlich abweichend sind, so sollen dieselben dementsprechend getrennt abgehandelt werden.

Die Durchschnitte der grösseren und kleineren Quarzeinsprenglinge in den Porphyren, Trachyten und Pechsteinen weisen meistens ziemlich deutlich auf Krystallform zurück; doch finden sich auch ganz abgerundete Formen und durchaus unregelmässige Krystallfragmente. Da der Quarz durch seine chemische Natur und seine Structur gänzlich gegen molekulare Einflüsse geschützt ist, so findet man ihn stets wasserhell, wenn nicht auf capillaren Gängen eingedrungene Pigmente (Eisenoxydhydrat) ihn stellenweise getrübt haben. Seine Durchschnitte sehen fast aus, wie ebenso viele Löcher im Dünnschliff. Von der Peripherie her dringen oft Arme der Grundmasse theils nur oberflächlich, theils tief in ihn ein, durchsetzen ihn auch wohl ganz und drängen die zusammengehörigen Fragmente eines Individuums weit auseinander. Einschlüsse fehlen selten, sind aber doch meistens nicht in grossen Mengen vorhanden, wenngleich alle Gattungen derselben vertreten sind. Lange spiessige Mikrolithe ohne deutliche terminale Flächen durch-

* Behrens, Vorläufige Mittheilungen etc. N. Jahrb. f. Mineral. 1871. 460.
** H. Rosenbusch, Mineral. u. geognost. Notizen von einer Reise in Südbrasil. Freiburg i. B. 1870. 25.

spicken ihn in regellosen Richtungen. Theile der Gesteinsgrundmasse, die sich buchtenartig eindrängen, werden an manchen Stellen auch gänzlich von den Quarzkrystallen umschlossen. Daneben finden sich oft regellos gestaltete, oft aber auch dihexaëdrische Einschlüsse von Glasmasse mit anhängendem Luftbläschen von wechselnden Dimensionen (s. Fig. 36, Taf. VI), hie und da mit einzelnen Mikrolithen, an andern Stellen fast gänzlich entglast. — Auch Flüssigkeitseinschlüsse mit beweglichen und fixen Libellen kommen vor; das Volumenverhältniss von Flüssigkeit und Libelle soll nach VOGELSANG's Angabe kein constantes sein und dieser Umstand, sowie die Art und Weise der Anordnung der Flüssigkeitseinschlüsse in Reihen und Wänden machen den genannten Forscher geneigt, für manche derselben eine spätere Infiltration der Flüssigkeit durch capillare Spalten anzunehmen, zumal da er beobachtete, dass stellenweise, wo ein Pigment in den capillaren Spalten auftrat, auch der Flüssigkeitseinschluss gefärbt war. Ich habe niemals Gelegenheit gehabt, Beobachtungen zu machen, die eine secundäre Injection der Flüssigkeit wahrscheinlich werden liessen. — Endlich treten auch noch Gas- oder Dampfporen in den Quarzen der Porphyre und Trachyte auf.

Die Quarze der Granite und krystallinischen Schiefergesteine pflegen viel massenhaftere Interpositionen zu führen und sind in Folge davon selten so wasserhell, wie die der Porphyre. Doch zeigen sie im Polarisationsmikroskop die gleichen prächtigen Farben und charakteristisch ist es für die Quarze aller Gesteine, dass sie im polarisirten Lichte nach den Rändern hin in Folge abnehmender Dicke mehrfach andersfarbig erscheinen, so dass oft um ein einfarbiges Centrum sich zwei bis drei lebhaft anders gefärbte Kränze legen. Ihre Interpositionen sind z. Th. individualisirt, und zwar Mikrolithe zweierlei Art, die einen breiter mit deutlich klinobasischer Endigung, die andern schmaler und meistens terminal zugespitzt, beide farblos. Letztere werden stellenweise auch etwas gebogen und krummlinig. Uebrigens lassen die mikrolithischen Interpositionen in den Quarzen der Porphyre und Granite keinerlei Unterschiede wahrnehmen. Welcher Species sie zuzurechnen seien, darüber lassen sich bis jetzt noch keine Vermuthungen aufstellen, da selbst ihre optischen Eigenschaften kaum einigermassen erkannt werden können, wenn man ihren Wirth auf Dunkel einstellt. — In ganz ausserordentlicher Menge führt der Quarz der Granite und krystallinischen Schiefergesteine Flüssigkeitseinschlüsse; das trübe, milchweise Aussehen mancher Granitquarze rührt lediglich von der unglaublichen Anhäufung dieser Interpositionen her. Wenn schon dieselben früher in vereinzelten Fällen richtig erkannt wurden,

so gebührt doch SORBY * das Verdienst, zuerst auf ihre weite Verbreitung aufmerksam gemacht und auf ihre Wichtigkeit für die Erklärung der genetischen Verhältnisse der Felsarten hingewiesen zu haben. Nach ihm sind die gleichen Wahrnehmungen von so verschiedenen Forschern gemacht worden, dass die Thatsachen über allen Zweifel erhaben sind, wenn gleich die daraus gezogenen Folgerungen sich oft diametral gegenüberstehen. Die Besprechung der letzteren liegt hier fern, und da das Allgemeine über diese Erscheinungen bereits oben (cf. p. 30 sqq.) mitgetheilt wurde, so möge hier nur kurz das Wichtigste aus der speciellen Literatur angeführt werden. Ausser den oben angegebenen bedeutenderen Arbeiten finden sich noch Angaben über die Flüssigkeitseinschlüsse der Quarze in den Graniten von A. BRYSON, ** G. JENTSCH *** und mir. † Nach den Mittheilungen BRYSON's über die Ausdehnung der von ihm beobachteten im Quarz eingeschlossenen Flüssigkeiten bestanden dieselben offenbar aus liquider Kohlensäure. Doch wurde bereits im allgemeinen Theile dieses Buches angegeben, dass die chemische Natur der Flüssigkeitseinschlüsse eine sehr verschiedene sei, dass sie bald liquide Kohlensäure, bald reines Wasser, bald beide ungemengt neben einander, bald endlich mehr oder weniger concentrirte wässrige Salzlösungen seien. Auch wurde bereits der krystallinischen Ausscheidungen in diesen Flüssigkeiten gedacht, welche von SORBY und ZIRKEL besonders studirt und als Chlornatrium erkannt wurden. Da das Fluidum, worin die Würfelchen liegen, selbst bei 100° C. keine Volumabnahme der Libelle erkennen liess, so ist es wohl unzweifelhaft Wasser. Die Würfelchen selbst sind wasserhell, ausserordentlich durchsichtig; einen schwachen Stich ins Lichtgelbliche bis Lichtgrüne führt ZIRKEL auf die Farbenphänomene dünner Blättchen zurück. Die quadratischen Flächen zeigen oft eine doppelte feine Streifung parallel den Kanten, wie auch makroskopische Kochsalzwürfel dieses thun. Der direkte Nachweis des Chlors gelang ZIRKEL bei solchen Einschlüssen im Quarz des Zirkonsyenits von Laurvig; das feine Pulver derselben wurde unter Anwendung aller erdenklichen Vorsichtsmassregeln mit destillirtem Wasser extrahirt, dieses durch freiwilligen Absatz der suspendirten Theilchen geklärt und dann mit Silbernitrat versetzt, worauf nicht nur etwa ein Opalisiren, sondern ein deutlicher, uner-

---

* On the microscop. structure etc. Quarterly Journal of the geolog. Soc. London, Nov. 1858, XIV, 453—500.

** Edinb. New-Philosoph. Journal, XIV, 144—147. 1861 und N. Jahrb. für Mineral. 1862, 370.

*** N. Jahrb. f. Mineral. 1867, 168.

† Mineral. und geognost. Notizen etc. 26.

wartet reichlicher Niederschlag entstand. Als kleine Körnchen dieses Quarzes in die Flamme des Spectralapparates gebracht wurden, blitzte jedesmal beim Decrepitiren die gelbe Na-Linie deutlich auf. Damit dürfte die Zugehörigkeit der kleinen Würfelchen zum Steinsalz unzweifelhaft sicher gestellt sein; zugleich aber bestätigen diese Versuche die früheren analytischen Resultate DAVY's und SORBY's, was den Salzgehalt in Quarz eingeschlossener Flüssigkeiten anbetrifft. — Die gleichen Würfelchen beobachtete ZIRKEL noch in dem Quarz des Syenitporphyrs von der Insel Skye, eines feinkörnigen Ganggranits vom Goatfell auf Arran, des grobkörnigen Granits von Johann-Georgenstadt, eines krystallinischen Schiefers, O von Loch Katrine, Schottland, des Felsitporphyrs (Elvan) von Withiel in Cornwall, des Felsitporphyrs, der an der Westküste von Arran Gänge im Lower Carboniferous bildet, des Quarzdiorits von Quenast in Belgien und endlich des Hornblende-Andesites * von Borsá-Banya in Siebenbürgen. Die kleinen Würfelchen sitzen theils mit einer Fläche, theils mit einer Kante fest an der Wand des Flüssigkeitseinschlusses, theils zeigen sie sich beweglich, wenn die zitternde Libelle an sie anstösst. —

Ferner enthalten nach SORBY (l. c.) und ZIRKEL (Mikrosk. Gststdien. 233) die Quarze der Granite noch Glaseinschlüsse mit Bläschen oder ohne solche, und Gasporen. VOGELSANG, der früher Interpositionen von amorpher Substanz in den genannten Quarzen nicht gefunden hatte, hat sich später ** von deren Anwesenheit überzeugt. Sehr häufig müssen sie indessen, wenigstens in deutlich erkennbarem Zustande wohl nicht sein, denn ich habe sie bisher in keinem meiner Präparate mit Sicherheit finden können.

Der Quarz der Thonschiefer ist, wie ZIRKEL *** zuerst zeigte, offenbar gedoppelter Natur. Neben den scharfkantigen klastischen Splittern und Körnern treten nämlich unbestimmt begrenzte, fast wie in die Gesteinsmasse verfliessende, wasserhelle Substanzen auf, die nach ihrem Polarisationsverhalten und nach den zahlreichen Flüssigkeitseinschlüssen mit beweglicher Libelle nicht wohl etwas anderes als Quarz sein können, welcher aber hier als krystallinische Neubildung anzusehen ist.

Der Quarz ist optisch positiv und zwar sind die Brechungsexponenten für das weisse Licht $\omega = 1.548$, $\varepsilon = 1.558$. Seine Circularpolarisation wurde bereits im allgemeinen Theile besprochen, auf welchen hier verwiesen werden mag. Beobachtet man eine senkrecht zur

* N. Jahrbuch f. Mineral. 1868. 711.

** Pogg. Ann. CXXXVII. 264. Anmerkung. 1869.

*** Pogg. Ann. CXXXXIV. 324. 1871.

Axe geschliffene Platte im convergirenden polarisirten Lichte, so bemerkt man bei Drehung des Analysator neben der Farbenänderung im centralen Theile der Interferenzfigur, die am besten bei parallelem Lichte hervortritt, eine Verengerung oder Erweiterung der Ringe. Und zwar werden bei linksdrehenden Krystallen die Ringe enger, wenn man den Analysator von links nach rechts dreht, weiter dagegen bei einer Drehung des Analysator von rechts nach links. Genau das entgegengesetzte Phänomen zeigt sich unter den gleichen Verhältnissen bei den rechtsdrehenden Krystallen. — Leider lässt sich die Circularpolarisation des Quarzes nicht zu seiner mikroskopischen Diagnose verwerthen, da, wie schon früher bemerkt wurde, eine gewisse Dicke nothwendig ist, damit die Erscheinungen eintreten. Zum Glück unterscheiden sich die übrigen, wasserhellen Mineralien, die mit ihm zusammen in den Gesteinen auftreten, ziemlich gut durch ihre Umrisse und ihre Mikrostructur vom Quarze. — Einen deutlichen Dichroismus zeigen nur die Amethyste und Rauchquarze; an den Quarzdünnschliffen bemerkt man auch nicht die Spur eines solchen.

Zwillingsbildung, welche am aufgewachsenen Quarze so häufig ist, hat man am eingewachsenen bisher selbst durch die optischen Hülfsmittel nicht nachweisen können.

Die kryptokrystallinischen Quarzvarietäten, welche eine petrographische Bedeutung haben, können nach dem in diesem Buche befolgten Systeme erst unter den krystallinischen Aggregaten ihren Platz finden. — Die Verbreitung des Quarzes ist zu bekannt, um hier einer Erwähnung zu bedürfen.

8. Tridymit.

Literatur.

G. Rose, Ueber Darstellung krystallisirter Kieselsäure auf trocknem Wege. Monatsbericht der Akad. d. Wiss. Berlin 3. Juni 1869. 451—462.
Ferd. Zirkel, Ueber den mikroskopischen Tridymit. Pogg. Ann. CXL. 1870. 492.
Ferd. Zirkel, Mikromineralogische Mittheilungen. N. Jahrb. f. Miner. 1870. 823.
A. von Lasaulx. N. Jahrb. f. Miner. 1869. 66.

Bekanntermassen entdeckte G. vom Rath* die von ihm Tridymit genannte, krystallisirte Modification der Kieselsäure in den Drusen des Trachyts von San Cristobal bei Pachuca in Mexico, worauf Sandberger** die kleinen Tafeln ebenfalls in den Drusen der Trachyte vom Drachenfels und von Mont Dore-les-Bains und v. Lasaulx in denen

* Pogg. Ann. CXXXIII. 507 und CXXXV. 437. 1868.
** N. Jahrb. 1868. 466 und 723.

der Trachyte von Alleret (Dép. H^te Loire) und Puy Capucin fanden. G. Rose (l. c.), welcher den Tridymit auf mehrfache Weise künstlich darstellte, constatirte zugleich durch mikroskopische Untersuchungen seine Anwesenheit in den Opalen von Kosemütz, Kaschau und Zimapan und in dem Cacholong von Island und von Hüttenberg in Kärnthen.

Die aufgewachsenen Kryställchen sind stets tafelförmig mit vorwaltendem Pinakoid und haben eine ausserordentliche Neigung zur Zwillings- und Drillingsbildung. v. Lasaulx untersuchte dünne Blättchen derselben unter dem Mikroskope und fand in ihnen viele Poren, ähnlich denen des Glases, sowie einzelne Krystalliten, wie solche ebenfalls im Glase auftreten. Dagegen fehlten die bläschenführenden Einschlüsse, welche für den Quarz so sehr charakteristisch sind. —

Eingewachsen fand ihn, wie bemerkt, G. Rose zuerst in den Opalen und zwar theils in rundlichen Täfelchen, theils in kleinen Prismen mit Basis. Wo der Tridymit in den Opalen sich findet, da liegen meistens sehr zahlreiche Individuen neben einander in Reihen oder auch sie drängen sich zu Haufen zusammen, wobei sie sich oft dachziegelartig überlagern. — In ganz analoger Anordnung wurde er durch Zirkel's unermüdliche Forschungen als Gemengtheil in eigentlichen Gesteinsmassen nachgewiesen. Die einzelnen Blättchen pflegen nicht eben sehr scharf begrenzt zu sein, doch finden sich auch deutlich hexagonale Kryställchen und Blättchen; die Kryställchen verhalten sich isotrop, wo sie horizontal im Schliff liegen. Sehr charakteristisch sind für den Tridymit die Aggregate zahlreicher, sich gegenseitig theilweise deckender Individuen, wovon Figur 75 eine Anschauung geben soll. Dieselbe ist der citirten Arbeit Zirkel's entnommen. Dabei sind hie und da die einzelnen Blättchen durch feinste Häute von Eisenocker oder andern Pigmenten getrennt und dadurch treten ihre Umrisse schärfer hervor. Eine Verwechslung mit andern hexagonalen Mineralien ist wohl nicht möglich, da keines derselben ähnliche Aggregate bildet. Zirkel fand den Tridymit mikroskopisch in dem Gestein von Pachuca, in den Sanidin-Plagioklas-Trachyten vom Drachenfels und der Perlenhardt, im Trachyt von Mont-Dore-les-Bains, von Monte Pendise in den Euganeen. Auch die Andesite des Siebengebirges sind nach Zirkel in ausgezeichneter Weise tridymitführend: so die vom Froschberge, von der kleinen Rosenau (nach meinen Erfahrungen das geeignetste Gestein zum Studium dieses interessanten Minerals unter dem Mikroskope), von der Wolkenburg, vom

Fig. 75.

Stenzelberg; ferner der Trachyt von Dernbach bei Montabaur; dann der Domit vom Puy de Dôme, viele ungarische Trachyte, einige Isländische und die trachytischen Laven von Aden. — Ich * fand den Tridymit, und zwar in gänzlich zersetzten Sanidinen, eingewachsen in einem Augit-Andesit von Grad-Jakán auf Java. — Den älteren massigen Felsarten, wie den jüngeren basischen Eruptivgesteinen scheint er zu fehlen, soweit ZIRKEL's Beobachtungen reichen.

Ein neueres Vorkommniss ist das von A. STRENG ** entdeckte, in Drusenräumen eines Porphyrit's von Waldböckelheim an der Nahe; ob indessen der Tridymit hier auch da, wo er innerhalb der compakten Gesteinsmasse auftritt, zu den ursprünglichen Gemengtheilen gehöre, oder ob er auch hier nur als Ausfüllung kleiner, jetzt ganz erfüllter Hohlräume angesehen werden muss, lässt STRENG *** zweifelhaft.

9. Nephelin.

Literatur.

FERD. ZIRKEL, Basaltgesteine. Bonn 1870. 38.

FERD. ZIRKEL, Ueber die mikroskopische Zusammensetzung der Phonolithe. Pogg. Ann. CXXXI. 303. 1867.

FERD. ZIRKEL, Ueber die Verbreitung mikroskopischer Nepheline. N. Jahrb. für Mineral. 1868. 697.

FERD. ZIRKEL, Ueber die mikroskop. Structur der Leucite etc. Ztschft. d. deutsch. geol. Ges. XX. 104 sqq. 122 sqq. 1868.

H. ROSENBUSCH, Der Nephelinit vom Katzenbuckel. Freiburg i. B. 1869. 46—59.

Die Krystallformen des eingewachsenen Nephelins sind ausserordentlich einfache; am häufigsten $\infty P . oP$, seltener treten untergeordnete

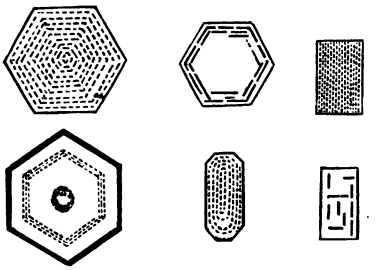


Fig. 76.

Flächen von P hinzu. Demnach sind seine Durchschnitte (Fig. 76) parallel c rechtwinklig, (und da keine starke Entwicklung nach der

* Ueber einige vulkan. Gesteine von Java. Ber. üb. d. Verhdl. der naturf. Ges. zu Freiburg i. B. VI. Hft. 1, pg. 96. 1873.

** Mineralogische Mittheilungen von TSCHERMAK. 1871. Heft I, pag. 47.

*** N. Jahrb. f. Mineral. 1872. 266.

Hauptaxe vorzukommen scheint), annähernd quadratisch oder ganz quadratisch, selten mit Abstumpfungen der Ecken oder senkrecht zu c hexagonal. Fast ausnahmslos zeigen die Umrisse eine grosse Symmetrie, Verzerrungen sind sehr selten. — In manchen Gesteinen tritt auch der Nephelin ohne deutliche Krystallform auf und empfängt seine Begrenzung nur durch die ihn begleitenden Mineralien. Das ist zumal gern der Fall, wenn er einen vorwiegenden Gemengtheil der Gesteine ausmacht. Doch sondern sich solche unregelmässig begrenzte, grössere Partieen im polarisirten Lichte stets in mehrere verkrüppelte Individuen.

Die Mikrostructur des Nephelins ist nicht eine constante, sondern oft in den Krystallen eines und desselben Vorkommens verschiedene. Für die unendlich zierlichen, aber sehr kleinen, erst bei stärkeren Vergrösserungen erkennbaren Nepheline, welche wesentlich in den leucitreichen Gesteinen des Vesuvs, Latiums, der Eifel, des Kaiserstuhls und in den Phonolithen auftreten, sind zarte, grünliche Mikrolithen sehr charakteristisch, welche den Umgrenzungen ihres Wirthes parallel mit ihren Längsaxen liegen (s. Taf. VII, Fig. 37). Sie bilden einen scheinbar geschlossenen Kranz, der erst bei sehr starken Systemen sich in einzelne Mikrolithe auflöst. — Grössere Individuen des Nephelins in denselben Gesteinen und die kleineren Individuen der eigentlichen Nephelinite führen dagegen keine Mikrolithe, sondern sind oft ihrer ganzen Ausdehnung nach, oft auch nur peripherisch, central oder zonar mit feinstem bläulichen bis graublauen Staube erfüllt, der meistens in geraden Linien parallel den Umrissen des Wirthes geordnet ist (Fig. 76), seien diese rechteckig oder hexagonal, so dass er offenbar auf eingeschriebenen Flächencomplexen $\infty P . oP$ liegt. Derselbe häuft sich oft derartig, dass der ganze Krystall dadurch blau bis graublau aussieht (s. Taf. VII, Fig. 38). Nur selten gelingt es, selbst bei Anwendung der stärksten Systeme, diesen Staub mit Sicherheit seinem Wesen nach zu erkennen. Zirkel giebt an, er bestehe aus schwarzen bis bräunlich durchscheinenden, nadelförmigen Mikrolithen, sehr ähnlich den im Nosean beschriebenen, aus opaken, rundlichen Körpern, welche vielleicht Magnetit, vielleicht nur Querschnitte der Nadeln sind, aus dunkel umrandeten Gasporen, aus glasigen Interpositionen mit fixen Bläschen und endlich aus Flüssigkeitseinschlüssen mit mobiler Libelle. Auch Sorby erwähnt in seiner oft citirten Arbeit die letzte Art von Einschlüssen im Nephelin der Somma. Doch ist es mir bis jetzt nicht gelungen, dieselben jemals zu beobachten. — Wo sich der Nephelin in makroskopischen Krystallen oder auch gewissermassen als krystallinischer Grundteig in Gesteinen findet, ist er nicht staubig; nur einzelne, seltener gehäufte Augitnädelchen durchspicken ihn (Fig. 39, Taf. VII) und von

unregelmässigen Sprüngen her sind durch seine eigene Zersetzung entstandene Neubildungen in ihn eingedrungen.

Während der Nephelin mit Ausnahme der erwähnten Augitmikrolithe, des Magnetits und Glimmers wohl kaum eines der mit ihm associirten Mineralien einschliesst, findet er sich selbst oft massenhaft eingewachsen in Augit, Hornblende, Biotit, Feldspath, Leucit und Magnetit, so dass er wenigstens z. Th. wohl als eine der ältesten krystallinischen Ausscheidungen anzusehen ist.

Im Ganzen sind die kleineren Nephelinkrystalle selbst in ziemlich angegriffenen Gesteinen recht frisch; die grösseren dagegen scheinen in Folge der sie durchsetzenden capillaren Spalten früher zu verwittern. Man bemerkt dann im auffallenden Lichte schon mit der Loupe im Dünnschliffe matte grauliche oder gelbliche Stellen. Unter dem Mikroskope sieht man dieselbe Trübung und gelbliche Farben, verbunden mit einem eigenthümlichen, schwer zu beschreibenden Reflex (Fig. 38, Taf. VII); von der Peripherie und den Spalten her dringen verworren- und parallel-fasrige Aggregate in ihn ein; das einheitliche optische Verhalten geht verloren, statt desselben tritt Aggregatpolarisation auf und schliesslich ist der ganze Krystall zu einem Gewirr von Zeolithnädelchen geworden, die man wohl dem Natrolith wird zurechnen dürfen. — Einen andern Verlauf scheint die Zersetzung in den Nephelinen des Basaltes von der Sponeck am Kaiserstuhl zu nehmen, denn hier bestehen die Durchschnitte derselben schliesslich aus einem Aggregat der schönsten, unter dem Mikroskop sehr gut messbaren Phillipsitkryställchen.

Der Nephelin ist optisch negativ; DESCLOIZEAUX bestimmte an den Krystallen der Somma für den gelben Theil des Spectrums $\omega = 1.539$ bis 1.542 und $\varepsilon = 1.534$ bis 1.537. Also nur eine schwache Doppelbrechung, in Folge welcher bei den gut dünngeschliffenen Nephelinen die Polarisationsfarben bloss zwischen dunkelmilchblau bei gekreuzten und bräunlichgelb bei parallelen Nicols wechseln, ganz ähnlich, aber intensiver, als bei den polarisirenden Leuciten.

Seinen Namen hat bekanntlich der Nephelin davon, dass er mit Salpetersäure behandelt, sich wolkig trübt; mit Salzsäure gelatinirt er leicht auch im Dünnschliff.

Zum mikroskopischen Studium des Nephelins eignen sich besonders die eigentlichen Nephelinite von Löbau, Meiches, vom Katzenbuckel und anderen Orten, dann die Noseanphonolithe und Leucitophyre des niederrheinischen vulkanischen Gebietes und der Basalt von der Pflasterkaute im Thüringer Walde. —

Ursprünglich nur auf wenige vereinzelte Gesteine beschränkt, hat

sich die Kenntniss von der Verbreitung des Nephelins zumal in Folge der mikroskopischen Untersuchungen fortwährend ausgedehnt. Zuerst wurde er wohl von JENZSCH* mikroskopisch untersucht und in den Phonolithen nachgewiesen; doch verwechselt dieser Forscher offenbar noch den Nosean mit dem Nephelin. RICHTHOFEN** fand ihn im Augitporphyr, G. VOM RATH*** im Noseanphonolith von Olbrück und im Gestein von der Löwenburg im Siebengebirge; eigenthümlicherweise erkannte er die Zugehörigkeit der quadratischen Durchschnitte zum Nephelin noch nicht, da er doch die prismatischen und hexagonalen richtig deutete. — Besonders ZIRKEL † wies die weite Verbreitung des Nephelins nach und entdeckte ihn in Hornblende-Andesiten des Siebengebirges, im Sanidin-Oligoklas-Trachyt ebendaher, in Trachyten aus dem Cantal und solchen aus Ungarn und Siebenbürgen, im Domit der Auvergne, in Basalten und basaltischen Laven, im Teschenit und in den Melaphyren.

Der Liebenerit wird mit Recht als ein umgewandelter Nephelin angesehen, wie dieses auch ZIRKEL †† bestätigt. Während die grösseren Einsprenglinge im fleischrothen, quarzfreien Orthoklasporphyr sich durchaus als ein divergent-strahliges Aggregat, zumal im polarisirten Lichte, erkennen lassen (NAUMANN in seinen Elementen der Mineralogie 1871, 458 giebt irrthümlicherweise an, er verhalte sich wie ein amorpher Körper), liegen in der sehr feinkörnigen Grundmasse neben umgewandelten Nephelinen (Liebeneriten) auch noch zahlreiche frische, theils hexagonale, theils rechteckige Nephelindurchschnitte.

Auch der Gieseckit wird von BLUM als ein in pinitartige Substanz umgewandelter Nephelin betrachtet. Er findet sich in einem dichten Feldspath von Kangerdluarsuk in Grönland, in Porphyrgeschieben von Julianeshaab ebendaselbst und in einem Gemenge von Pyroxen und Glimmer in Diana, Lewis County, New-York. Ich hatte nur Gelegenheit das Vorkommen von Julianeshaab zu untersuchen. Eine mikroskopische Unterscheidung von Liebenerit und Gieseckit wäre nicht möglich, so durchaus ähnlich zeigen sich beide Substanzen. Die Gieseckit-Einsprenglinge liegen in einem Gemenge von schön grüner Hornblende und theils zersetztem, theils frischem Nephelin. Zumal in der Hornblende eingeschlossen liegen noch sehr frische und un-

---

* Ztschrft. d. deutsch. geol. Ges. VIII, 184. 1856.

** Sitzber. d. Wien. Akad. d. Wiss. XXXIV, 391. 1859.

*** Ztschrft. d. deutsch. geol. Ges. XII, 35, 41. 1860.

† Vgl. auch Pogg. Ann. CXXXVI, 548. 1869.

†† N. Jahrb. f. Mineral. 1868. 719.

verkennbare Nepheline. Demnach sind auch die paragenetischen Verhältnisse von Liebenerit und Gieseckit durchaus gleichartig. —

Unter Elaeolith versteht man diejenigen, selten krystallisirten, meistens derbe krystallinischen, ölglänzenden, schmutzig fleischrothen, trübe bräunlichen oder grünlichen Abarten des Nephelin, welche in manchen älteren plutonischen massigen Felsarten in ähnlicher Weise auftreten, wie der Nephelin in den jüngern Eruptivgesteinen. Er verhält sich also zu diesem ungefähr so, wie Orthoklas zu Sanidin. Ganz ebenso wie der Nephelin sich gern mit Nosean und Hauyn vergesellschaftet, trifft man den Elaeolith in Association mit dem Sodalith und so ist er denn besonders an die Miascite, Zirkonsyenite und Ditroite (auch Foyaite) gebunden. — Die unvollkommene Spaltung nach dem Prisma macht sich hie und da durch gröbliche Risse bemerkar; Krystallform aber zeigt der eingewachsene Elaeolith niemals. — Derselbe wurde wohl von Th. Scheerer * zuerst mikroskopisch untersucht, welcher pulverförmige Interpositionen darin fand, die er z. Th. auf Diaspor deutete und in welchen er die Ursache der Färbung des Elaeoliths erkannte. — Zirkel, ** welcher später dem norwegischen und finnländischen, sowie dem Elaeolith von Hot Springs, Arkansas, seine Aufmerksamkeit zuwandte, fand die grünlichen Varietäten von Fredriksvärn, Laurvig und Lojo reich an Interpositionen von Hornblende. Dieselbe bildet sechsseitige und unregelmässig begrenzte Blättchen von grüner Farbe, seltener prismatische Mikrolithe; die Täfelchen erscheinen natürlich von der Kante her gesehen als schmalste Lamellen. Die Identität dieser Einschlüsse mit Hornblende wurde durch eine Messung des Prismenwinkels constatirt; auch der kräftige Dichroismus, den ich trotz der winzigen Dimensionen bei meinen Präparaten beobachte, spricht für Amphibol. Dieselben liegen auf eingeschriebenen Flächencombinationen von $\infty P . oP$, also genau so, wie die Interpositionen bei dem Nephelin. Nach Zirkel's Anschauung beruht auf der Anwesenheit dieser Einschlüsse die Farbe und der Oelglanz des Elaeolith, eine Ansicht, die ich trotz der von ihm angeführten Analogieen des Prasem von Breitenbrunn und des Pechsteins von Arran, nicht theilen kann. Es scheint mir vielmehr nach Vergleichung der oft ganz einschlussfreien grösseren Nephelinkrystalle vom Katzenbuckel, die einen sehr ähnlichen, unverkennbaren, fettigen Glanz auf frischen Bruchflächen zeigen, dass die Ursache derselben in der statthabenden molekularen Umlagerung selbst zu suchen sei. — Neben den Hornblendeblättchen

* Ueber eine angebliche Pseudomorphose des Spreusteins nach Cancrinit, nebst Bemerkungen über d. Elaeolith. Pogg. Ann. CXIX, 145. 1863.

** N. Jahrb. für Mineral. 1870. 810.

enthielten die genannten Elaeolithe auch nicht allzu häufige Flüssigkeitseinschlüsse. Die letzteren finden sich dagegen in grossen Mengen in den bräunlichen Elaeolithen von Süd-Norwegen und Arkansas; wogegen Hornblende (und Sodalith) nur spärlich darin auftritt. Hier leitet ZIRKEL den Fettglanz von den Flüssigkeitseinschlüssen ab und erinnert an die analogen Beziehungen beim Quarz. — Einen Elaeolith von Miask fand ich entsprechend dem von Frederiksvärn; weniger ausgesprochen ist diese Aehnlichkeit bei jenem aus dem Ditroit. Vorkommnisse aus Foyait hatte ich noch nicht Gelegenheit zu untersuchen.

Optisch verhält sich der Elaeolith ganz wie der Nephelin; nur ist nach DESCLOIZEAUX seine Doppelbrechung sehr schwach.

Auch der Cancrinit wird nach FISCHER's Angaben* wohl nur als ein Veränderungsproduct des Nephelin anzusehen sein. Er findet sich bekanntlich mit Elaeolith und Sodalith zusammen in denselben Gesteinen und ist nach den Analysen ein Nephelin, dem eine gewisse Menge kohlensauren Kalkes beigemengt ist. Fremde Einlagerungen entdeckte schon TH. SCHEERER im Cancrinit von Barkevig bei Brevig (cf. l. c.). H. FISCHER, welcher den Cancrinit von Miask untersuchte, fand ihn aus Nephelin, einem unbestimmten farblosen Mineral mit Aggregatpolarisation (dem Zersetzungsproduct des Nephelin) und Blättchen, die er als Calcit deutet, verwachsen. Meine Präparate, die nur den Fundort Miask vertreten, zeigen die thatsächlichen Verhältnisse, welche FISCHER angiebt, vollkommen übereinstimmend. Hinzuzufügen wäre etwa, dass die eigentliche Nephelinsubstanz in nicht ganz unbedeutender Menge die gleichen Hornblendeblättchen führt, die beim Elaeolith besprochen wurden. Ferner umschliesst sie zahllose staubartige Einschlüsse von einer nicht bestimmbaren Natur. Innigst verwachsen ist diese Nephelinsubstanz mit Orthoklas, kenntlich durch Spaltung und Lage der Elasticitätsaxen. Die farblosen Aggregate waren bisher nicht näher zu bestimmen. Nicht unerwähnt darf ich es lassen, dass in einem der Schliffe auf der Grenze von Nephelin und Feldspath sich Häufchen kleiner Täfelchen finden, die sehr lebhaft an die Tridymit-Aggregate im Andesit der kleinen Rosenau erinnern. — Das Ganze, zumal aber die eigentliche Nephelinsubstanz, ist von einer solchen Frische und Reinheit, dass ich an eine Zersetzung des Nephelin zu Cancrinit nicht wohl denken kann. Dagegen spricht auch die deutliche Spaltung des Cancrinit. Vielmehr scheint es mir mit dem mikroskopischen Bilde im Einklang zu stehen, im Cancrinit ein ursprüngliches

* Kritische, mikroskop.-miner. Studien. 1te Forts. 1871. Freiburg i. B. pg. 59.

Gemenge zu sehen, wenn gleich dann die Anwesenheit des Kalkspathes schwer zu erklären ist.

10. Eudialyt.

Literatur.

H. Fischer, Kritische, mikroskop.-mineralogische Studien. Freiburg i. B. 1869. 56.

Die Durchschnitte des Eudialyt sind bei den kleineren Individuen ziemlich geradlinig polygonal, bei den grösseren unregelmässig rundlich. — Die Mikrostructur desselben bietet nichts Charakteristisches zu seiner Erkennung. Fischer vermuthet mit Recht, dass den Einschlüssen und Verwachsungen von Arfvedsonit in Blättchen und Nadeln, Sodalith und Feldspath, welche sich im Eudialyt finden, manche durch die chemische Analyse nur in kleinen Mengen darin gefundene Substanzen, wie Chlor, Manganoxydul etc. zugeschrieben werden müssen. Ferner durchziehen ihn Reihen und Wände winzigster körniger Interpositionen von unbestimmbarer Natur.

Im durchfallenden Lichte röthlich weiss bis sehr licht pfirsichblüthroth. Starke Doppelbrechung; optisch positiv. Schwach dichroitisch. — Mit Säuren gelatinirend.

Der Eukolit, welcher morphologisch und chemisch mit dem Eudialyt identisch ist, und sich nur durch seine negative optische Axe von ihm unterscheidet, wird von Des Cloizeaux mit ihm zu einer Species verbunden, indem er darauf hinweist, dass am Apophyllit und Pennin verschiedene Lamellen desselben Krystalls bald optisch positiv, bald negativ sind.

Eudialyt findet sich als accessorischer Gemengtheil im Gneiss von Kangerdluarsuk in Grönland mit Sodalith und Arfvedsonit; der Eukolit im Zirkonsyenit von Brevig.

11. Turmalin.

Als Gemengtheil der Gesteine bildet der Turmalin nur selten Krystalle mit deutlich ausgebildeten terminalen Flächen, sondern meistens einzelne Nadeln oder strahlige Aggregate derselben. Seine Durchschnitte sind unregelmässig polygonal (senkrecht zu c) oder lang leistenförmig (parallel c). Dann pflegt er an den Polen fein ausgezackt und stark verjüngt zu sein, so dass er oft wie der Quarz mit einer Reihe verschiedener Farben an den Polenden zwischen gekreuzten Nicols erglänzt. Auch ohne diese lässt er oft nach Art dünnster Blättchen schöne Farben erkennen, die also in die Kategorie der Newton'schen

Farben gehören. Genau ebenso wie die makroskopischen Turmaline sind auch die mikroskopischen häufig sanft gebogen und gegliedert, wobei die einzelnen Glieder durch die Masse des sie umhüllenden Gesteins getrennt und zugleich verkittet werden.

Von den in den Gesteinen eingewachsenen Turmalinen kamen die aus dem Turmalingranit von Schlierbach bei Heidelberg, aus mehreren Turmalingraniten Brasiliens, aus dem sogenannten Turmalinporphyr von Lambertsville, New-Jersey und aus den Chloritschiefern des Zillerthals zur Untersuchung. Die aus den Graniten erwiesen sich als sehr homogene, einschlussfreie Substanz; nur hie und da fanden sich in ihnen kleine, opake Tüpfelchen, die aber kein Magnetit sind, denn es gelang nicht, dieses Mineral aus dem Turmalinpulver mit dem Magnetstabe auszuziehen. A. Bryson * giebt allerdings auch von den granitischen Turmalinen bläschenführende Einschlüsse an, die nach ihrem Verhalten bei Erwärmung auf liquide Kohlensäure zu deuten wären, es ist aber nach dem Citate ungewiss, ob es ein- oder aufgewachsene Krystalle waren. Ganz ähnlich, wie bei dem Rutil sich viele kleine Individuen bisweilen in genau paralleler Stellung zu einem Individuum ordnen, findet sich eine solche Structur auch hie und da bei den Turmalinen und giebt dann Veranlassung zu einer rauhen Längsstreifung; es sind dabei nicht selten die einzelnen Nädelchen auch etwas verschieden gefärbt. — Der Turmalin aus dem Porphyr von Lambertsville ist ebenso einschlussfrei, wie der der Granite; merkwürdigerweise findet sich aber neben den grossen makroskopischen Individuen in diesem Gesteine auch nicht eine Spur von Turmalin in der Grundmasse. — Der Zillerthaler Turmalin aus dem Chloritschiefer hat keine so einheitliche Substanz. Auf Klüften und Spalten ragen lange Arme des Muttergesteines in ihn hinein, von dem er auch ganz isolirte Fetzen umschliesst. Auf den Spalten ist der Chlorit z. Th. in eine fasrige Substanz übergegangen, die wohl Chrysotil sein dürfte. Braune Körner, die er beherbergt, müssen wohl als Granat gedeutet werden, ebenso wie prismatische hellgrüne bis farblose, klinobasische Prismen als Diopsid anzusehen sind. — Von andern für die Zwecke dieses Buches nicht wichtigen Turmalinen wurden dennoch der Vergleichung wegen die gelbbraunen von Dobrowa, die rothen von Elba und die sogenannten edlen, grünen Turmaline von Brasilien (Tejuco in Minas Geraes) untersucht. Die ersten beiden enthielten neben mancherlei unbestimmbaren Interpositionen schöne Einschlüsse von einer Flüssigkeit, deren Libelle bei einer Erwärmung auf 100° C. keine Ver-

* N. Jahrbuch f. Mineral. 1862. 370.

änderung zeigte. — Ein von dem Optiker STEEG in Homburg bezogenes Turmalinpräparat, grün mit blauem Kern, von unbekanntem Fundort zeigte dieselben Einschlüsse sehr schön. — Auch waren stets verschiedene Färbungen zu erkennen, welche auf eine Ver- und Umwachsung mehrerer paralleler Individuen deuteten. Die grünen brasilianischen waren fast ideal rein und gleichgefärbt. — Die eigenthümlichsten Verwachsungen zeigten aus Paris bezogene Schliffe eines Turmalin mit der Fundortsangabe: „Jura". — Ein Schnitt parallel c, gelblichgrün im durchfallenden Lichte, hat keinerlei Interpositionen, noch streifige Farbenverschiedenheiten, während ein Dünnschliff senkrecht zu c von demselben Krystall (er giebt ein sehr schönes Axenbild ohne alle Störungen) bei 80facher Vergrösserung die beistehende Zeichnung erkennen

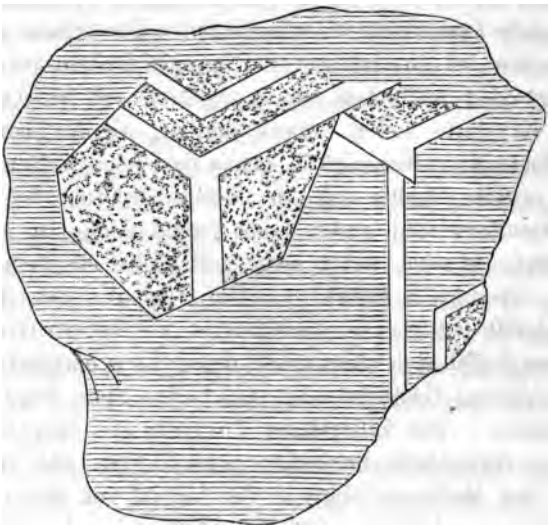


Fig. 77.

lässt (Fig. 77). Die liniirten Stellen sind graubraun, die punktirten mattbraungelb, die hellen weissgelb. Das Ganze sieht aus wie eine Horizontalprojection der Combination R—$^1/_2$R mit partieller Wiederholung. Ob hier eine wirkliche Durchwachsung oder nur eine verschiedene Färbung, die merkwürdig regelmässig wäre, vorliegt, mag ich nicht entscheiden.

Der Turmalin ist optisch negativ und hat starke Doppelbrechung. Der mittlere Brechungsexponent wird gewöhnlich als $\mu = 1.645$ angegeben. An einem aus blauen und grünen Theilen bestehenden Krystall bestimmte DESCLOIZEAUX für beide Theile gleichmässig $\omega\rho = 1.6444$ und $\varepsilon\rho = 1.6240$; die Farbe hatte also keinen Einfluss auf den Bre-

chungsexponenten. Die Axenbilder zeigen, zumal an den Grenzen verschiedener Theile, oft Störungen; das Kreuz zerfällt in Hyperbeln und nach Jenzsch* sollen die Hyperbelaxen in Kern und Schale senkrecht zu einander liegen, wenn diese verschieden gefärbt sind. Nur bei dem rothen Turmalin von Elba konnte ich in sehr undeutlicher Weise etwas Aehnliches beobachten; die Hyperbelspitzen lagen so nahe an einander, dass sie kaum von einem Kreuze zu unterscheiden waren. Wie bei allen Abnormitäten der Interferenzfiguren optisch einaxiger Krystalle bringen auch hier Temperaturerhöhungen keine Veränderungen hervor. — Der Dichroismus des Turmalins ist sehr stark, die Farben aber je nach der Körperfarbe der untersuchten Objecte verschieden. Dabei wird ausnahmslos O stärker absorbirt als E, worauf sich bekanntlich der Gebrauch des Turmalins als Polarisationsapparat gründet. Dieser starken Absorption bedient man sich auch am zweckmässigsten zur Erkennung des Turmalins unter dem Mikroskope. Steht seine Längsaxe senkrecht auf der kurzen Diagonale des Polarisator, so ist er fast schwarz, während er in der entgegengesetzten Lage grün oder braun durchsichtig ist. Einen ähnlichen starken Dichroismus zeigen nur noch der Biotit, die Hornblende und der Epidot. Von den beiden letzten unterscheidet den Turmalin die Lage seiner Elasticitätsaxen oder Hauptschwingungsrichtungen; vom ersten der Mangel der feinen, geradlinigen, zahllosen Streifen, welche der Biotit in Folge seiner lamellaren Structur besitzt.

Zu den oben angegebenen turmalinführenden Gesteinen gesellt sich noch der Turmalinschiefer (s. oben pag. 202) und der Turmalinfels.

13. Biotit.

Literatur.

G. Tschermak, Mikroskop. Unterscheidung d. Mineralien aus der Augit-, Amphibol- und Biotitgruppe. Sitzber. d. Wien. Akad. d. Wiss. LIX, I. Abth. Mai 1869.

G. Rose, Ueber die regelmässigen Verwachsungen der verschiedenen Glimmerarten etc. Monatsber. der Berlin. Akad. d. Wissenschaften. April 1869. Pogg. Ann. CXXXVIII, 177. 1869.

Max Bauer, Untersuchungen über den Glimmer und verwandte Mineralien. Pogg. Ann. CXXXVIII, 337. 1869.

Der Biotit bildet nur seltener regelmässig begrenzte Krystalle oder Krystallblätter mit deutlich erkennbaren hexagonalen Umrissen. In den meisten Fällen erscheint er im Dünnschliff als unregelmässig polygonales oder rundliches Blättchen oder, wenn parallel c getroffen,

* N. Jahrb. f. Mineral. 1862. 188—190.

als schmales Leistchen. — Im ersten Falle ist seine Oberfläche glatt und glänzend, im zweiten fein parallel gestreift in Folge seiner lamellaren Zusammensetzung. Seine Mikrostructur zeigt keine charakteristischen Eigenthümlichkeiten. Interpositionen sind ziemlich selten und gehören dann einem damit associirten Minerale an, dem Magnetit und Apatit am häufigsten. SORBY beobachtete im Biotit der Granite auch Flüssigkeitsporen, was bei seiner vollkommenen Spaltbarkeit höchst auffallend ist. Sehr häufig tritt der Biotit, wie alle andern Glimmerarten, als Einschluss in anderen mit ihm gesteinsbildenden Mineralien auf. — Zu den interessantesten dieser Verwachsungen gehören die Einschlüsse des Biotit in andern Glimmern, worüber besonders G. ROSE wichtige Mittheilungen gemacht hat. Zumal im Granit umwächst der Muscovit den Biotit häufig und stets so, dass die Spaltung gleichmässig durch beide hindurchsetzt und die Grenzen beider den Rändern des Muscovites parallel laufen. Sehr regelmässig sind dieselben Verwachsungen im Glimmer von Alstead; derselbe ist erster Art, d. h. seine optischen Axen liegen in einer Fläche parallel $\infty P\breve{\infty}$ und die eingeschlossenen Biotitkryställchen sind so geordnet, dass die Flächen ihres hexagonalen Prismas denen des rhombischen Prismas und dem Brachypinakoid ihres Wirthes annähernd parallel laufen. Ganz streng wird der Parallelismus nicht sein können, da wahrscheinlich der Prismenwinkel des Muscovites nicht genau 120° betragen wird. — Aehnliche Verwachsungen beschreibt derselbe Forscher zwischen Biotit und einem zweiaxigen Glimmer zweiter Art, wobei im einen Falle (South Burgess) die langgezogenen Biotittäfelchen parallel den Flächen des Prismas $\infty P\breve{3}$ oder unter 60° dazu geneigt, im andern (Grenville) parallel dem Grundprisma und dem Brachypinakoid lagen. Auch vom Biotit und Pennin werden (l. c.) regelmässige Umwachsungen beschrieben.

Zur Erkennung des Biotits bedient man sich neben den angegebenen Structurverhältnissen am besten seiner optischen Eigenschaften. Die Blättchen senkrecht zu c bleiben natürlich zwischen gekreuzten Nicols während einer vollen Horizontaldrehung durchaus dunkel, die parallel zu c getroffenen werden dieses nur dann, wenn die Richtung ihrer Streifen oder eine dazu Senkrechte mit einem Nicolhauptschnitt parallel ist. Allerdings wird man in dieser Weise sehr leicht einen zweiaxigen Glimmer mit kleinem Axenwinkel (Phlogopit) für Biotit halten können; besser ist es also, die Untersuchung im Stauromikroskop vorzunehmen. Ist das untersuchte Blättchen Biotit, so bleibt während einer vollen Horizontaldrehung die Calcitinterferenzfigur unverändert, während bei allen zweiaxigen Glimmern dieses nicht der Fall sein

kann. Nur überzeuge man sich, dass das Blättchen auch wirklich horizontal, also senkrecht zur Axe des Instrumentes liege, und das erreicht man am leichtesten, wenn man ein loses Spaltungsblättchen zwischen zwei starken Gläsern presst und so untersucht, denn läge es anders oder wäre seine Oberfläche in Folge der Biegsamkeit nicht eine gerade, sondern eine krumme Ebene, so würden die optischen Erscheinungen ähnlich denen bei zweiaxigen Substanzen werden. — Im NÖRREMBERG'schen Polarisationsapparat geben selbst sehr dünne Blättchen noch die Interferenzfigur. — Ganz besonders charakteristisch aber ist für den Biotit sein starker Dichroismus, den man am besten durch Drehung des Polarisator bei abgenommenem Analysator prüft. Steht seine Spaltungsrichtung senkrecht auf der kurzen Diagonale des Polarisator, so ist er grün, gelb oder hellbraun bis braun; sind dagegen die beiden genannten Richtungen parallel, so sind die Leisten dunkelbraun bis ganz schwarz in Folge der kräftigen Absorption, welche ein ordentlicher, senkrecht zu c schwingender Strahl im Biotit erfährt (Fig. 40, Tafel VII). Selbstverständlich lassen die senkrecht zu c liegenden Durchschnitte keine Spur dieses Dichroismus beobachten. Nur der Turmalin, die Hornblende und der Epidot zeigen einen ähnlichen starken Dichroismus; doch ist eine Verwechslung nicht leicht möglich, denn vom Turmalin unterscheiden sich die Biotitdurchschnitte durch ihre feine Streifung, von Epidot und Hornblende durch die Lage der Elasticitätsaxen.

Die drei, resp. sechs Strahlen der Schlagfigur bei der Körnerprobe von REUSCH laufen parallel den Flächen des hexagonalen Protoprismas. Dieselben Spaltungsrichtungen, sowie weitere, parallel den Flächen des Deuteroprismas, sieht man hie und da auch ohne mechanische Einwirkung durch Streifensysteme auf der Basis des Biotit angedeutet. Deutlicher treten sie dann wohl hervor, wenn man die Blättchen mit Salzsäure beizt; ja man kann sie in dieser Weise hervorbringen, auch wo sie ohne die Behandlung mit Säure nicht sichtbar waren. Schon STRENG * machte eine solche Beobachtung am Rubellan des Ilefelder Melaphyrs.

Sonst greifen die Säuren den Biotit nicht merklich an; TSCHERMAK ** beobachtete allerdings eine vollständige Entfärbung des Biotit durch Säure im Pikrit.

Das Verbreitungsgebiet des Biotit ist ein sehr weites und umfasst beinahe sämmtliche Gesteinsfamilien. Doch ist es wohl zu vermuthen, dass manche Phlogopite in den Gesteinen bisher für Biotite gehalten

---

* Ztschrft. d. deutsch. geol. Ges. X, 140. 1858.

** Sitzber. d. Wien. Akad. d. Wiss. LIII, 1te Abth. 265. 1866.

worden sind. Das Verhalten der Biotite in den basaltischen Gesteinen beschrieb ZIRKEL. *

14. Chlorit.

Unter dem Namen Chlorit wurden früher alle die blättrigen grünen Mineralien zusammengefasst, die durch Härte und Structur zwischen Talk und Glimmer stehen und deren Blättchen unelastisch biegsam sind. In neuerer Zeit hat man dieselben in drei Hauptspecies zerlegt, in den rhomboëdrischen Pennin, den monoklinen Klinochlor (Chlorit, G. ROSE, Rhipidolith, v. KOBELL) und den Chlorit (Rhipidolith, G. ROSE) von nicht ganz sicher bekanntem Krystallsystem, da die optischen Erscheinungen z. Th. auf einen einaxigen, z. Th. auf einen zweiaxigen Körper mit kleinem Axenwinkel hindeuten. Die Entscheidung, ob ein chloritisches Vorkommniss der einen oder der andern dieser Species zuzurechnen sei, ist nur durch optische Untersuchung zu geben und diese wird sehr schwierig, ja sehr oft unmöglich, wo man es mit gesteinsbildenden Aggregaten und nicht mit deutlichen Krystallblättern zu thun hat. Wenn demnach an diesem Orte das Mineral, welches wesentlich für sich allein den Chloritschiefer bildet und in kleinen Schüppchen im Diabas auftritt, Chlorit genannt wird, so soll damit keineswegs behauptet werden, dass nicht auch Pennine und Klinochlore in den genannten Gesteinen als feine Aggregate vorkämen; es ist im Gegentheil sehr wahrscheinlich, dass dieses der Fall sei. Der Name Chlorit wurde hauptsächlich darum gewählt, weil diese Species ziemlich allgemein als gesteinsbildend angesehen wird und dann auch aus dem Grunde, weil die wenig scharfe Abgränzung derselben eher geeignet scheint, verschiedene Dinge einstweilig zusammenzufassen.

Der Chlorit bildet in den Gesteinen blättrige, schuppige Aggregate (Schiefer) oder einzelne Flitterchen und Körnchen. — Die Aggregate sind stets mehr oder weniger kurzblättrig, wenn der Schliff etwa parallel der Schieferung geht. Die einzelnen Blättchen pflegen nicht streng parallel zu liegen, sondern sich schuppig und zwiebelschalenähnlich theilweise zu überlagern, so dass jedes Blättchen etwas gekrümmt ist. Auf dem Querschnitt sieht man dann verworren lamellare bis fasrige Aggregate. Bei manchen Chloritschiefern bemerkt man bei guter Vergrösserung auch bei Horizontallage der Blättchen, dass ein jedes derselben aus meistens gewunden parallelen, oft auch unregelmässig verfilzten, feinsten Fäserchen besteht, eine Structur, die

* Basaltgesteine. Bonn 1870. 76.

schon DesCloizeaux * am Pennin beobachtete. Von fremden Interpositionen sind besonders regelmässig Magnetitkryställchen und — Körnchen und lange, farblose, prismatische Mikrolithe zu erwähnen, die auch schon Kenngott nach einer Angabe von DesCloizeaux beobachtet hat. Ich möchte dieselben für Amphibol (Strahlstein) halten. Manche sogenannte Chloritschiefer bestehen fast ganz aus solchen prismatischen Individuen mit allen Eigenschaften des Strahlsteins und müssen, wie auch Fischer ** schon früher verlangte, dann zu den Aktinolithschiefern gestellt werden.

Die gesteinsbildenden Chlorite zeigen natürlich, da sie Aggregate winzigster Individuen sind, auch Aggregatpolarisation, doch kann man meistens in jedem Schliff grössere Blättchen finden, deren optisches Verhalten isolirt geprüft werden kann. Da finden sich nun Blättchen, die unzweifelhaft zwischen gekreuzten Nicols bei voller Horizontaldrehung dunkel bleiben (hexagonal), und ebenso unzweifelhaft andere, die dieses nicht thun (optisch zweiaxig). Die Polarisationsfarben der Chloritdünnschliffe sind oft sehr lebhaft (häufig blau und braun), oft aber auch matt und unentschieden. Der Dichroismus der letzteren pflegt aber nicht stark zu sein. Wo Durchschnitte parallel der vertikalen Axe vorliegen, ist der Dichroismus meistens sehr deutlich im Dünnschliff, grün und grünlich gelb bis fast farblos, an anderen Stellen auch grün und gelbbräunlich, während er in andern Fällen kaum merklich ist. Auch Haidinger fand am Chlorit vom Zillerthal O pistaziengrün, E zimmetbraun. — Die Doppelbrechung ist nach Des Cloizeaux äusserst schwach; er fand einen Chlorit auf Gneiss des Dauphiné optisch negativ und einaxig, einen solchen von Traversella optisch zweiaxig mit einer negativen Bissectrix, die senkrecht auf der Spaltungsebene stand.

Es scheint nach Allem, dass wirklich unter dem Species-Namen Chlorit noch heute bei den aufgewachsenen, wie bei den gesteinsbildenden Vorkommnissen verschiedene Dinge zusammengefasst werden. Es mögen daher hier auch die optischen Eigenschaften des Pennin nach den Angaben von DesCloizeaux angeführt werden. Die Doppelbrechung ist schwach; ihr Charakter in den Krystallen von Zermatt, dem Binnenthal und Tyrol negativ, in denen von Ala und einigen von Zermatt positiv. Andere Blätter von Zermatt sind an einigen Stellen negativ, an anderen positiv. Das dunkle Kreuz, welches bei den negativen Krystallen sich recht scharf von blauem Grunde abhebt, bei den positiven, deren Doppelbrechung schwächer ist, sich

* Manuel de Minéralogie. Paris 1862. 437.

** Kritische, mikroskop.-mineralogische Studien. Freiburg i. B. 1871. 50.

weniger scharf auf grünem Grunde abgrenzt, zerfällt oft in Hyperbeln (und auch die Ringsysteme zeigen oft starke Verzerrungen). An einem negativen Krystall von Zermatt wurde $\omega\rho = 1.577$ und $\varepsilon\rho = 1.576$ bestimmt. Der allgemeine Brechungsexponent wird sonst $\mu = 1.575$ angegeben. Manche Blättchen von Ala scheinen gar keine merkliche Doppelbrechung zu haben. Der Dichroismus ist sehr schön beim Pennin, O seladongrün, E hyacinthroth bis braun.

Heisse Schwefelsäure löst den Chlorit im Dünnschliff auf.

Mineralien des rhombischen Krystallsystemes.

Mit den Mineralien des rhombischen Krystallsystemes beginnt die Reihe der doppeltbrechenden Körper mit drei Elastiticätsaxen (Hauptschwingungsrichtungen) und zwei optischen Axen. Die Elasticitätsaxen $a > b > c$ fallen mit den krystallographischen Axen zusammen; die optischen Axen liegen für alle Farben symmetrisch zu zwei krystallographischen Axen, von denen die eine ihren spitzen Winkel halbirt (Bissectrix), die andere ihren stumpfen (optische Normale). Ihre Ebene fällt also stets mit einem Krystallhauptschnitt zusammen und steht senkrecht auf der dritten Axe (optische Queraxe), welche immer die der mittleren Elasticität ist. Bei den optisch positiven Krystallen ist die Bissectrix $= c$ Richtung der kleinsten, bei den optisch negativen ist sie $= a$ Richtung der grössten Elasticität. Der Dünnschliff eines rhombischen Minerals kann nur dann zwischen gekreuzten Nicols bei einer vollen Horizontaldrehung dunkel bleiben (das Calcitinterferenzbild im Stauromikroskop nicht verändern), wenn der Schnitt zufällig senkrecht zu einer optischen Axe gelegt wurde, was nach der Natur der Sache nur sehr selten der Fall sein wird. Solche Schnitte zeigen im convergirenden, polarisirten Lichte (Nörremberg's Polarisationsapparat) bei gekreuzten Nicols ein annähernd rundliches Ringsystem, welches von einer schwarzen Barre durchzogen wird. — Alle andern Durchschnitte werden nur dann zwischen gekreuzten Nicols dunkel, wenn eine der in ihrer Ebene liegenden Elasticitätsaxen (also auch krystallographischen Axen) parallel dem optischen Hauptschnitt des Polarisators liegt, was natürlich bei einer vollen Horizontaldrehung viermal eintritt. In jeder andern Lage treten Interferenzfarben auf, die bei der 45^0 Stellung ein Maximum von Intensität erreichen. Zwischen parallelen Nicols kehren sich die Verhältnisse gerade um; bei Coïncidenz einer Hauptschwingungsrichtung im Dünnschliff mit dem optischen Hauptschnitt des Polarisator erscheint der Schliff farblos hell oder in seiner Eigenfarbe, bei jeder andern Lage desselben sieht

man Interferenzfarben, welche complementär zu den bei gekreuzten Nicols beobachteten sind und die ebenfalls bei der 45° Stellung ein Maximum von Intensität erreichen. Machen die Nicolhauptschnitte irgend welchen andern Winkel miteinander, als einen solchen von 0° oder 90°, so sieht man bei jeder Lage des Schliffes zwischen ihnen Interferenzfarben. — Liegt die Schnittebene senkrecht zur Bissectrix, so beobachtet man im convergirenden Lichte zwischen gekreuzten Nicols in einem Lemniscatensysteme ein schwarzes Kreuz, wenn die Ebene der optischen Axen parallel einem Nicolhauptschnitt ist, zwei Hyperbeln, wenn sie 45° mit dieser macht. Die gleiche Erscheinung beobachtet man unter gewissen Bedingungen, wenn der Schnitt senkrecht zur optischen Normale geführt wurde. Die Ränder der Hyperbeln sind innen und aussen (auf ihrer convexen und concaven Seite) verschieden gefärbt und je nachdem roth innen und blau aussen, oder roth aussen und blau innen liegt, ist der Winkel der optischen Axen für blaue Strahlen kleiner, als der für die rothen ($v<\varrho$), oder der Winkel für die rothen Axen kleiner, als der für die blauen ($\varrho<v$).

Die Bestimmung der Lage der Elasticitätsaxen (Hauptschwingungsrichtungen) geschieht stets besser im Stauromikroskop, als durch blosses Einstellen auf dunkel zwischen gekreuzten Nicols.

1. Andalusit.

Literatur.

Ferd. Zirkel, Beiträge zur geolog. Kenntniss der Pyrenäen. Ztschr. der deutsch. geol. Ges. XIX. 180. 1867.

H. Fischer, kritische, mikroskop.-mineralog. Studien. Freiburg i/B. 1869. 60.

Die Durchschnitte des Andalusits sind entsprechend seiner häufigsten Krystallform $\infty P . oP$ mit untergeordnetem $P\bar{\infty}$ und seinem Prismenwinkel von 90° 50′, fast quadratisch; rhombisch mit um so mehr abweichender Grösse der paarweise gegenüberliegenden Winkel, je schräger der Schliff den Krystall zur Hauptaxe traf, oder rechteckig. Dass aber die quadratischen Durchschnitte einem rhombischen Mineral angehören, erkennt man sofort an ihrem Verhalten im polarisirten Lichte.

Die Spaltung nach ∞P, nach den vertikalen Pinakoiden und nach $P\bar{\infty}$ giebt sich oft durch sehr deutliche Linien kund. Die krystallinischen Aggregate haben grobstänglige bis feinfasrige Structur und werden leicht als solche an ihrer Polarisation erkannt. — Die Substanz der Andalusite ist nur in selteneren Fällen noch unverändert; von den untersuchten Krystallen waren nur die rosenrothen von

Bodenmais noch ziemlich frisch und einheitlich (der durchsichtige von Brasilien war mir nicht zugänglich); alle übrigen dagegen waren nicht mehr vollkommen durchsichtig, sondern trübe in Folge einer stark faserigen Structur. Die einzelnen parallelen Fasern sind zu Bündeln vereint, welche nach drei Richtungen den Krystallraum durchsetzen und zwar stehen zwei dieser Richtungen (bei Schnitt senkrecht zu c) nahezu senkrecht auf einander und werden von der dritten unter schiefem Winkel geschnitten. Es scheint, als wenn von den Spaltungsflächen ∞P und $P\breve{\infty}$ aus die Umwandlung begonnen habe und zwar müssen sich die dabei gebildeten Faseraggregate senkrecht auf die genannten Flächen gestellt haben. Zumal die Krystalle von Selrain (Lisens, Tyrol) zeigen diese Structur sehr schön. — Von Interpositionen beobachtete ich nur bei dem Bodenmaiser Andalusit dieselben feinsten punktförmigen Einschlüsse, welche auch den damit verwachsenen Quarz in Reihen durchsetzen. Es sind wahrscheinlich in beiden Mineralien Flüssigkeitseinschlüsse, doch konnten sie nicht mit Bestimmtheit als solche erkannt werden. Mikrolithische Interpositionen beobachtete ich nirgends. ZIRKEL fand die wasserhelle Substanz der Andalusite aus den Glimmerschiefern der Pyrenäen (Bagnères) mit reichlichen gröberen und sehr feinen Kohlentheilchen gemengt, die ihnen eine graue bis schwarze Farbe verliehen, wie den Couseraniten. Sie enthielten daneben spärliche Glimmerblättchen, waren aber scharf von der umgebenden Gesteinsmasse getrennt.

Der Andalusit wird bei hinreichender Dünne im durchfallenden Lichte farblos durchsichtig und entwickelt im polarisirten Lichte lebhafte Interferenzfarben. Dieselben bleiben sich durch das ganze Individuum hin gleich und niemals fand ich optische Erscheinungen, welche auf eine Zwillingsbildung deuteten, wie sie JEREMEJEFF* als Regel bei den in glimmerreichen Thonschiefern eingewachsenen Andalusiten von Mankowa im Nertschinsker Bergrevier beschreibt (Zwillingsebene ∞P). — Der Winkel der optischen Axen AB beträgt zwischen 83° und 85°, ihre Ebene ist $\infty P\breve{\infty}$; Bissectrix ist die Hauptaxe, und zwar ist der Andalusit optisch negativ, demnach a=c, c=a, b=b. — Die drei Hauptbrechungsexponenten für rothe Strahlen sind 1.643, 1,638 und 1,632. Der Trichroismus ist sehr deutlich. HAIDINGER fand für die Flächenfarben: oP ölgrün ins olivengrüne, $\infty P\bar{\infty}$ ölgrün, $\infty P\breve{\infty}$ olivengrün bis grünlich grau. Die Axenfarben sind $\breve{a}$ olivengrün, $\bar{b}$ ölgrün, $\dot{c}$ dunkelblutroth. Die Absorption drückt sich aus durch c>b>a. Die rothen

* cf. N. Jahrb. f. Min. 1866. 724.

Strahlen werden in einigermassen dicken Platten so vollständig absorbirt, dass sie in den Flächenfarben gar nicht zum Ausdruck gelangen. Nur dünne Platten (unter 3^{mm}) lassen auch Roth durch.

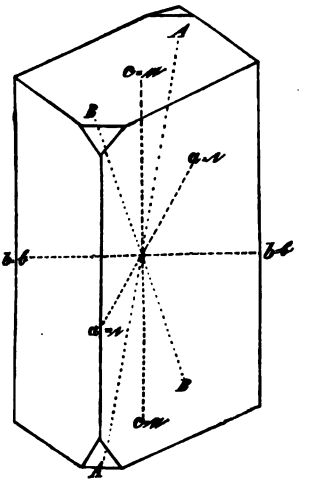


Fig. 78.

Legt man daher zwei dünne, rothdurchsichtige Platten in paralleler Stellung aufeinander, so geben sie ein helles Grün, in gekreuzter Stellung aber dunkelroth; sie können also in derselben Weise als Polarisationsinstrument benutzt werden, wie eine Turmalinzange. — Figur 78 giebt das optische Schema des Andalusites in einen Krystall der gewöhnlichen Form $\infty P . oP . P\bar{\infty}$ eingezeichnet.

Der Andalusit findet sich eingewachsen in Thonglimmerschiefern, Glimmerschiefern, Gneissen, Graniten, Serpentinen und im Quarzit.

2. Chiastolith.

Literatur.

Ferd. Zirkel, Beiträge zur geolog. Kenntniss der Pyrenäen. Ztschr. d. deutsch. geol. Ges. XIX. 184—186. 1867.

H. Fischer, kritische, mikrosk.-mineral. Studien. Freiburg i. B. 1869. 60 und 1. Fortsetzung, ebendaselbst, 1871. 53.

Der Chiastolith, welcher chemisch, morphologisch und physisch mit dem Andalusit identisch ist, wird nur wegen seiner eigenthümlichen Ausbildungsweise noch fortan als eine eigne Species im Mineralsystem weiter geführt. Die Krystalle desselben pflegen nemlich in wechselnder Anordnung von eigenthümlicher Regelmässigkeit An-

häufungen von Kohlentheilchen (nicht von Thonschiefermasse, wie oft angegeben wird) zu umschliessen, die auch den sie führenden Thonschiefer schwarz färben. Diese fremdartigen Einschlüsse bewirken oft makroskopisch eine Structur, die man auf Zwillingsbildung zurückführte, womit sie nach dem heutigen Standpunkt unserer Kenntnisse nichts zu thun hat. Haben sich die Kohlenflitterchen im Innern des Krystalls zu einem scheinbaren centralen Prisma gehäuft, dessen Seiten denen des Chiastolith parallel laufen (HAUY's macle circonscrit), so bemerkt man oft beim Zerschlagen desselben, dass die Querdimensionen des eingeschlossenen Prismas an verschiedenen Stellen verschieden sind, so dass die Kohlentheilchen in Wirklichkeit nicht immer ein Prisma, sondern oft eine sich sehr allmählig nach einer Richtung verjüngende Pyramide oder eine sich nach beiden Seiten verjüngende Doppelpyramide bilden; deren Spitzen bald nach den Polen hin, bald im Centrum liegen. In andern Fällen gehen von dem schwarzen Centralfleck noch schmale, schwarze Leisten in der Richtung der Diagonalen des Chiastolithdurchschnitts aus, so dass dieser in vier Dreiecke zerlegt wird (HAUY's macle tétragramme); dazu gesellen sich dann oft noch vier kleinere schwarze Durchschnitte in den Ecken des Chiastolith-Querschnitts, deren Seiten denen des Wirthes und des centralen Primas parallel gehen (HAUY's macle pentarhombique); und endlich laufen oft noch den Seitenflächen parallel feine schwarze Streifen, so dass der Chiastolith-Querschnitt wie zerhackt aussieht (HAUY's macle polygramme). ZIRKEL beobachtete zuerst in den Schiefern des Héas-Thales in den Pyrenäen Chiastolithe, denen das centrale Prisma ganz fehlte, so dass nur zwei sich rechtwinklig kreuzende feine, schwarze Lamellen die gegenüberliegenden lateralen Prismen verbanden. An einem schönen Krystall aus Spanien (Bezugsquelle: Heidelberger Mineraliencomptoir) fand ich sogar nur zwei sich rechtwinklig schneidende dunkle Hauptstreifen mit unter Winkeln von 45° daran ansetzenden parallelen zahlreichen Nebenstreifen (s. Fig. 41, Tafel VII). Das Centralprisma fehlt ganz, statt der seitlichen Randprismen sieht man nur eine unbedeutende Verdickung der Hauptstreifen. — Unter dem Mikroskope bemerkt man ferner, dass die Kohlentheilchen oft in ganz unregelmässiger Weise durch den Chiastolith zerstreut sind. Vor allen Dingen aber zeigt es sich auf den ersten Blick, dass die Kohle keineswegs eine compacte Masse bildet, sondern nur aufs innigste mit der Krystallsubstanz gemengt ist, so dass diese, zumal schön im polarisirten Lichte, allenthalben durchleuchtet (s. Fig. 42, Taf. VII). Es sind also hier durchaus ähnliche Verhältnisse, wie bei irgend welchen andern Interpositionen. — Sonst ist der Chiastolith arm an Einschlüssen.

Von den Mikrolithen, welche den Schiefer durchspicken und die sich reichlich in den so nahe verwandten Dipyren und Couseraniten fanden, trifft man hier nur ziemlich spärliche Individuen; auch braune Glimmerblättchen sind selten. — Gegen die Gesteinsmasse hin ist die Gränze der Krystalle im Ganzen scharf und wohl markirt; nur selten verfliessen beide scheinbar allmälig in einander und dieses geschieht besonders bei peripherischer Anhäufung der Kohlenflimmerchen. — Neubildungen begegnet man im Chiastolith ziemlich häufig; so dringen auf den Spalten und von den Rändern her gelbbraune Eisenoxydhydrate ein, die sich auch wohl hie und da zu Hämatitblättchen individualisirt haben (Bergenhill). In analoger Weise wie im Andalusit, entstehen auch hier grob- bis feinfaserigste Aggregate, die selten eigentlich parallel, meistens wirr verwoben und verfilzt erscheinen; sie sind matt gelblich bis farblos und stehen in keiner erkennbaren Beziehung zu den Spaltungsrichtungen. Daneben treten deutlich dichroitische, grünliche Blätter und Fasern von chloritischer Natur auf. — Auf gröberen Spalten haben sich oft höchst zierliche kreisförmige, radialfaserige Concretionen gebildet (Gefrees). — Zu bemerken ist, dass in einem Chiastolithschiefer-Dünnschliff die Zahl der Chiastolithe sich unter dem Mikroskope kaum wesentlich vermehrt, so dass es also scheint, dass dieses Mineral nicht bis zu mikrolithischer Ausbildung herabsinkt. Mehr als man unter einer starken Loupe sieht, pflegt man auch bei hohen Vergrösserungen nicht wahrzunehmen.

Der Chiastolith verhält sich optisch genau so wie der Andalusit, auf welchen verwiesen werden mag. Die frischen Krystalle polarisiren sehr lebhaft. Nur wo dieselben, wie in Gefrees, schon stark verändert, oft gänzlich in ein feinstfilziges Gewebe aufgelöst sind, in dem nur spärliche Fetzen frischer Substanz eingeschlossen sind (man bemerkt das schon im gewöhnlichen Lichte an der mattgelblichen Farbe und dem gelbbraunen Rande), sieht man Aggregatpolarisation und dann tritt natürlich bei keiner Horizontallage zwischen gekreuzten Nicols ein volles Dunkel ein. — Die senkrecht zu c geschliffenen Krystalle aus Spanien geben ein sehr schönes und klares Axenbild. — Bei den frischen Chiastolithen, welche parallel c geschnitten wurden, bemerkt man einen deutlichen Dichroismus von grünlich und matt rosaroth, bei den senkrecht zu c getroffenen pflegt derselbe nicht merklich hervorzutreten.

Das Vorkommen des Chiastolithes ist auf Thonschiefer und Thonglimmerschiefer beschränkt.

3. Sillimanit.

Literatur.

H. Fischer, Kritische, mikrosk.-mineralogische Studien. Freiburg i. B. 1869. 30.

Der Silljmanit, welcher chemisch mit dem Andalusit identisch ist, wird von diesem auf Grund seines Prismenwinkels von 111° und seines optischen Verhaltens getrennt. Sein mittlerer Brechungsexponent ist nach DesCloizeaux für rothe Strahlen 1.660. Die Ebene der optischen Axen ist $\infty P\bar{\infty}$, c ist positive Bissectrix. Die Dispersion ist bedeutend. Der Winkel der optischen Axen in Luft ist für rothe Strahlen 44°, für violette 37°—38°. — Zum Sillimanit gehören auch als blosse Varietäten nach DesCloizeaux der Xenolith, Monrolith, Bamlit, Wörthit, Fibrolith und der Bucholzit, dessen Axenwinkel kleiner zu sein scheint. Alle diese Substanzen bilden stänglige bis faserige Aggregate in Granit und Gneiss und erscheinen unter dem Mikroskope bald mehr parallel — und grobfaserig, bald sehr feinfilzig, so dass sie nur in recht dünnen Schliffen durchsichtig werden. Die faserige Structur scheint secundär zu sein, denn mitten in den so struirten Aggregaten findet man gänzlich unveränderte, wasserhelle Stellen von durchaus normaler einheitlicher Polarisation. Besonders der Buchholzit von Bodenmais zeigt alle diese Verhältnisse sehr deutlich.

4. Staurolith.

Literatur.

H. Fischer, Kritische, mikroskop.-mineralog. Studien 1. Fortsetzung. Freiburg i. B. 1871. 55.

A. v. Lasaulx, Ueber Staurolith. Tschermaks Mineralog. Mittheilungen. 1872. Heft III. 173 sqq.

A. v. Lasaulx, Beiträge zur Mikromineralogie. N. Jahrb. f. Mineralogie 1872. 838 und 839.

K. Peters und R. Maly, Ueber den Staurolith v. St. Radegund. Sitzber. d. Wien. Akad. d. Wiss. LVII. 1. 646. 1868 und N. Jahrb. für Mineral. 1868. 846.

Der Staurolith kommt in den Gesteinen entweder in rundum ausgebildeten Krystallen der bekannten Form ∞ P. $\infty P\breve{\infty}$. oP mit untergeordnetem $P\breve{\infty}$ vor, wobei entweder die Prismenflächen oder das Brachypinakoid vorherrscht oder aber in stengligen Krystalloiden; doch scheint die letzte Art des Vorkommens nicht eben häufig zu sein. Auch die makroskopisch bekannten Zwillingsgesetze finden sich bei den mikroskopischen Staurolithen wieder und zwar oft so, dass die Zwillingsindividuen nicht sich durchwachsen, sondern nur unter dem

Zwillingswinkel verwachsen sind. Selbst scheinbar ganz einfache Krystalle, an denen keinerlei einspringende Winkel wahrzunehmen sind, lassen sich optisch als Zwillinge erkennen. Bei den rechtwinklig gekreuzten Zwillingen würde allerdings die Methode der Einstellung auf Dunkel bei gekreuzten Nicols, also die Aufsuchung der Elasticitätsaxen (Hauptschwingungsrichtungen) nicht zum Ziele führen, denn eben wegen der rechtwinkligen Kreuzung muss selbstverständlich jedesmal, wenn eine Hauptschwingungsrichtung in dem einen Individuum einem Nicolhauptschnitt parallel ist, dieses auch im andern der Fall sein; dass die zusammenfallenden Elasticitätsaxen einen verschiedenen Werth haben, lässt sich natürlich nicht erkennen. Bedient man sich indessen nur des Polarisators und untersucht die Krystalle auf die Farbe des in bestimmter Richtung durchgelassenen Lichtes (Dichroismus), so findet man oft mit grosser Sicherheit noch versteckte Zwillingsbildung auf. Es zeigt dann beispielsweise ein Theil des Krystalls die Farbe des parallel c schwingenden Strahles, während gleichzeitig ein andrer Theil die Farbe des parallel b schwingenden Strahles hat. Man bringt, um diese Untersuchung zu machen, natürlich die kurze Diagonale des Polarisators in Parallelismus mit einer Hauptschwingungsebene im Dünnschliff, so dass keine doppelte Brechung stattfindet. Peters entdeckte auf diese Weise die Zwillingsbildung bei den scheinbar einfachen Krystallen von St. Radegund bei Graz; recht schön beobachtet man auch eine solche versteckte Zwillingsbildung an den mikroskopischen Staurolithen im granatführenden Paragonitschiefer vom St. Gotthard; auch wird hier durch deutliche Risse im Dünnschliff oft die durch Zwillingsbildung bedingte, abnorme Spaltung nach oP angedeutet, welche Peters makroskopisch an den St. Radegunder Vorkommnissen fand. — Bei den einfachen Krystallen von Franconia (New Hampshire) kommen nach Jackson* und Peters eigenthümliche Kernkrystalle von Staurolith in Staurolith vor, wobei der eingeschlossene und umschliessende Krystall vollkommen gleich orientirt sind; auch die Spaltungsrichtungen setzen durch beide gleichmässig durch und die dichroskopische Untersuchung giebt wohl der Intensität, aber nicht der Qualität nach verschiedene Bilder, so dass mit Sicherheit keine Zwillingsbildung, sondern nur schalige Structur vorliegt. Nun aber sind (Fig. 79) die Kanten der

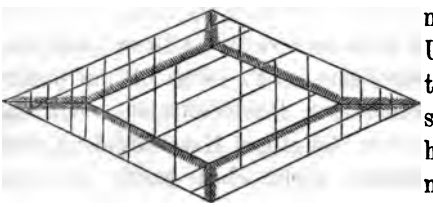


Fig. 79.

* Dana, A System of Mineralogy. London 1868. 390.

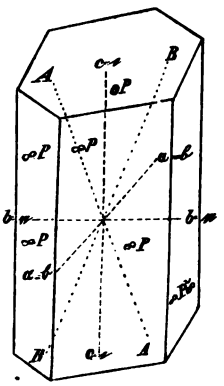
beiden Individuen durch feine Linien verbunden, so dass sie ein ganz chiastolithartiges Aussehen gewinnen. Rechtwinklig auf die Prismenflächen des Kernes und also schräg auf die Diagonallinien aufsetzende Reihen von unregelmässigen Hohlräumen machen die Trennung von Kern und Schale noch schärfer. — Die Spaltung nach $\infty P\breve{\infty}$ und ∞P findet oft in so zahlreichen scharfen Rissen ihren mikroskopischen Ausdruck, dass dadurch Interferenzerscheinungen entstehen; in andern Fällen sieht man nichts von diesen Rissen.

Die grösseren Staurolithe sind oft überreich an fremden Einschlüssen; ein ausnahmsloser Gast ist der Quarz, auf dessen Anwesenheit schon Fischer die so abweichenden Resultate der chemischen Analyse zurückführte. Derselbe ist oft in solcher Menge vorhanden (Bretagne), dass er der Staurolithmasse, die dadurch ganz porös schwammig aussieht, fast das Gleichgewicht hält. Oft von ganz regelloser Gestalt, als habe er nur schon vorhandene Hohlräume ausgefüllt, trifft man ihn in Poren und Spalten; oft aber (St. Gotthard) hat er auch deutlich erkennbare Krystallgestalt und kann dann nach der ganzen Art seines Auftretens kaum als ein secundäres Infiltrationsproduct angesehen werden. Charakteristisch ist dann für ihn sein Reichthum an kleinsten Interpositionen, die zierlich kranzartig angeordnet zu sein pflegen. (Fig. 43, Tafel VIII). Ausser dem Quarz begegnet man auf Spalten schuppigen, grünen, chloritischen oder braunen glimmerartigen Zersetzungsproducten ziemlich allgemein. Ob schwarze Körner, welche wohl in allen Staurolithen liegen, Magnetit sind, dürfte sehr zu bezweifeln sein, da Peters aus dem Pulver der von ihm untersuchten Vorkommnisse mit dem Magnetstabe nichts ausziehen konnte. Auch braune Glimmerblätter, anscheinend Biotit, sind sehr verbreitet. Braune Blättchen, welche auf Brookit gedeutet werden könnten, wie Lasaulx angiebt, fand ich nirgends. Für die Staurolithe der alpinen krystallinischen Schiefer und Gneisse sind Einschlüsse von Granat (bisweilen weiss mit braunem Rande) und farblose, kurzprismatische Mikrolithe recht charakteristisch; auch Flüssigkeitseinschlüsse, aber in sehr mikroskopischer Ausbildung, kommen darin vor, ganz ähnlich denen im interponirten Quarz. — So reichlich aber alle diese Dinge in den grösseren Staurolithen sind, so fehlen sie den kleineren Individuen meistens ganz oder sind doch nur spärlich vorhanden.

Der Staurolith ist mit gelben bis braunen Farbentönen durchsichtig je nach der Dicke des Schliffes und der grösseren oder geringeren Frische des Minerals. Auch für die kleinsten mikroskopischen Individuen ist diese Farbe noch charakteristisch. Was v. Lasaulx als farblose Staurolithe aus dem Paragonitschiefer vom St. Gotthard

beschreibt, kann nach den mir vorliegenden Dünnschliffen derselben Gesteine wohl nur Cyanit sein; davon überzeugt man sich sofort, wenn man die Lage der Hauptschwingungsebenen in diesen Gebilden aufsucht; sie fallen nicht mit den krystallographischen Axen zusammen. —

Die optischen Axen liegen im makrodiagonalen Hauptschnitt (Fig. 80 giebt das optische Schema) und bilden einen Winkel von etwa 89° für rothe Strahlen. c ist positive Bissectrix, also a=b, b=a, c=c. Nach Miller ist $\beta\rho=1.7526$; nach DesCloizeaux $\beta\rho=1.749$. — Die Dispersion ist schwach, aber im Oel erkennbar und zwar $\rho>v$. — Der Dichroismus ist nicht gerade auffallend, aber doch selbst bei mikroskopischen Individuen deutlich wahrnehmbar. Haidinger bestimmte die Axenfarben in folgender Weise: $\dot{c}$ hyacinthroth ins blutrothe, $\bar{a}$ und $\bar{b}$ gelblichhyacinthroth von etwas verschiedener Intensität. Im Dünnschliff sind die Farben heller. Die Absorption ist am stärksten für die parallel c schwingenden Strahlen, welche sogar bei einigermassen dicken Schliffen fast vollständig ausgelöscht werden.



Figur 80.

Säuren greifen den Staurolith nicht an. —

Das Vorkommen des Staurolith beschränkt sich auf die Gneisse, Glimmerschiefer (Paragonitschiefer) und Thonschiefer.

5. Enstatit und Bronzit.

Literatur.

Gustav Tschermak, Ueber Pyroxen und Amphibol. Mineralog. Mittheilungen 1871. I. 17—21.

August Streng, Bemerkungen über die krystallinischen Gesteine des Saar-Nahe-Gebietes. N. Jahrb. f. Mineralog. 1872. 273 sqq.

R. Hagge, Mikroskop. Untersuchungen über Gabbro etc. Kiel 1871. 26 et passim.

Gustav Tschermak, Mikroskop. Unterscheidung d. Miner. d. Augit-, Amphibol- und Biotit-Gruppe. Sitzber. d. Wien. Akad. d. Wiss. LIX. 1. Abthl. 1869. 1—12.

Theodor Scheerer, Mikroskop. Untersuchung verschiedener Mineralien. Pogg. Ann. LXIV. 166. 1845.

Bekanntlich hat man seit den optischen Untersuchungen von DesCloizeaux den Enstatit, Bronzit und Hypersthen als rhombisch krystallisirend vom Pyroxen getrennt und sie in eine eigene Gruppe zusam-

mengestellt. Dieselben zeigen neben der Spaltung nach dem Prisma von 87° noch weitere Spaltungen nach den vertikalen Pinakoiden, über deren relative Vollkommenheit die Angaben der verschiedenen Forscher nicht genau übereinstimmen. Chemisch bilden diese 3 Mineralien eine ununterbrochene Reihe, an derem Anfange der fast eisenfreie Enstatit und an derem Ende der sehr eisenreiche Hypersthen steht. Enstatit und Bronzit sind sich überdiess auch in allen physikalischen Eigenschaften so ähnlich, dass eine Trennung derselben in zwei Species kaum durchzuführen sein dürfte. Der Hypersthen dagegen zeigt eine verschiedene optische Orientirung und mag daher immerhin eine eigne Species bilden. Interessant ist die von TSCHERMAK gegebene Zusammenstellung der negativen Winkel der optischen Axen und des Eisengehaltes der drei genannten Mineralien, wobei es sich ergiebt, dass mit zunehmendem Gehalte an FeO der Winkel der optischen Axen stetig abnimmt. Die Mikrostructur aller Mineralien der Enstatit-Gruppe ist im Allgemeinen eine so ähnliche, dass im speciellen Falle eine sichere Entscheidung unter ihnen nur durch chemische und genaue optische Analyse gegeben werden kann.

Enstatit und Bronzit finden sich in den Gesteinen nicht als Krystalle, sondern fast nur in unregelmässig begrenzten Krystallkörnern, welche meistens eine sehr dichte Streifung erkennen lassen, die bei dem Enstatit mehr geradlinig, bei dem Bronzit mehr sanft wellig gewunden verläuft. Doch ist dieser Unterschied kein durchgreifender. Die gleiche Streifung zeigt auch der monokline Diallag und der rhombische Bastit, der sich aber durch andere, später zu besprechende, optische Erscheinungen nicht unschwer vom Bronzit trennen lässt. Traf der Schliff den Enstatit oder Bronzit stark geneigt zu seiner Hauptspaltungsfläche, so ist die Oberfläche nicht in gleicher Weise feinfaserig, sondern treppenförmig rauh (s. Fig. 44, Tafel VIII). Querliegende Absonderungsflächen und Zerbrechungen sind nicht selten.

An fremdartigen Einlagerungen sind beide verhältnissmässig arm; ja sie fehlen z. B. im Enstatit aus dem Pseudophit* des Aloysthals in Mähren und in manchen Enstatiten oder Bronziten der Lherzolithe

---

* cf. FISCHER, Kritische, mikroskop.-mineral. Studien. 1te Forts. Freiburg i. B. 1871. 33. — Die von FISCHER beschriebenen Structurverhältnisse des Pseudophit scheinen doch mehr zufällig zu sein, denn an meinen, demselben Handstück entnommenen Schliffen fehlen sie ganz. Auch die Reste von Palaeo-Olivinen konnte ich nicht beobachten. Ich erwähne das nur als ein Beispiel, wie sehr man sich hüten muss, nur auf einen oder zwei Schliffe hin, ein Urtheil zu fällen. Nach meinen Schliffen könnte man den Pseudophit nicht für einen Olivin-Serpentin halten, was er ja doch nach FISCHER's Angabe gewiss ist.

und Olivinfelsen ganz. Ersterer ist nur von häufigen Adern des Pseudophit durchzogen, von welchen aus in senkrechter Richtung feinfaserige Zersetzungsproducte in den Enstatit eindringen. Andere Vorkommnisse und selbst andere Individuen desselben Handstücks enthalten dagegen oft massenhafte Einschlüsse von grünen oder braunen Lamellen, Leistchen und Körnern (je nach der Lage der Schliffebene), welche ausnahmslos der vollkommensten Spaltungsrichtung parallel gelagert sind (Fig. 44 und 45, Tafel VIII). Der Gedanke liegt nahe, dass die verschiedenen Angaben über die relative Vollkommenheit der pinakoidalen ($\infty P\breve{\infty}$) Spaltung gegenüber der prismatischen vielleicht auf die mehr oder weniger massenhafte Anwesenheit dieser Interpositionen zurückzuführen seien, die zweifellos auch den metalloiden Schiller auf dem Brachypinakoid bedingen. Dann wäre aber die Leichtigkeit der Trennung in der genannten Richtung mehr eine Absonderung, als eine eigentliche Spaltbarkeit.

Die charakteristische Unterscheidung der Enstatite und Bronzite von den ganz ähnlich struirten Diallagen ist natürlich die Lage der Elasticitätsaxen (Hauptschwingungsrichtungen), die hier der Natur des rhombischen Systems entsprechend parallel und senkrecht zur Streifung liegen, bei dem Diallag, gemäss den Gesetzen des klinorhombischen Systems, geneigt. — Die optischen Axen (Fig. 81) liegen bei Enstatit und Bronzit in der vollkommensten pinakoidalen Spaltungsebene ($\infty P\breve{\infty}$), so dass Spaltungsblättchen kein Axenbild geben. Die Hauptaxe ist ihre positive Bissectrix. Der Winkel der optischen Axen ist gross, wechselt aber, wie schon bemerkt, mit dem Eisengehalte. DesCloizeaux bestimmte am Enstatit vom Aloysthal den spitzen Winkel AB zu 79° 25′ in Oel, welches einem wirklichen Winkel derselben von 69° 42′ für rothe Strahlen entspricht. Am Bronzit von Kupferberg fand er AB = 79° 40′. Beim Bronzit von Kraubat fand Tschermak den Axenwinkel fast genau zu 90°, so dass dieser den Uebergang zu den Hypersthenen bildet. Zwischen den Extremen von 69° 42′ und 90° liegen alle möglichen Zwischenglieder. Es gelingt selten, optische Präparate senkrecht zur Bissectrix herzustellen; besser thut man, sie normal zur Halbirungslinie des stumpfen Axenwinkels anzufertigen und dann in Oel zu beobachten. Die Dispersion ist nicht stark, aber deutlich $\rho > v$. Der mittlere Brechungsexponent ist $\beta = 1.639$. Die Lage der Elasticitätsaxen gegenüber den krystallographischen ist $a = a$,

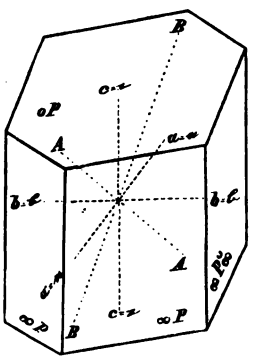


Fig. 81.

b = b, c = c. — Der Pleochroismus der Enstatite und Bronzite ist nicht bedeutend und im Dünnschliff kaum oder gar nicht wahrnehmbar, auch die Absorption ist im Dünnschliff kaum stärker in einer Richtung, als in der andern. TSCHERMAK bestimmte am Bronzit von Kraubat, bei welchem die braunen Nadeln dem Prisma parallel interponirt sind, die Axenfarben als a = grüngelb, b = grasgrün und c = blaulichgrün und die Absorption c>b>a.

Der Enstatit ohne und der Bronzit mit metallischem Schimmer auf der brachypinakoidalen Spaltungsfläche finden sich in Serpentinen von Aloysthal in Mähren (Enstatit) und Mont Brésouars in den Vogesen, in den Lherzolithen und Olivinfelsen, in manchen Olivingabbros, in STRENG's Enstatitfels vom Radauthal bei Harzburg und in den Olivinbomben des Dreiser Weihers, sowie in manchen Meteoriten; also stets in Gesellschaft des Olivin und in veränderten Olivingesteinen. —

6. Hypersthen.

Literatur.

THEODOR SCHEERER, Mikroskopische Untersuchung verschiedener Mineralien. Pogg. Ann. LXIV, 164. 1845.

W. HAIDINGER, Note über den metallähnlichen Schimmer des Hypersthen. Pogg. Ann. LXXVI, 294. 1849.

M. WEBSKY, Ueber Diallag, Hypersthen und Anorthit im Gabbro von Neurode. Ztschr. d. deutsch. geol. Ges. XVI, 535. 1864.

H. FISCHER, Kritische, mikroskop.-mineralog. Studien. Freiburg i. B. 1869. 17.

G. TSCHERMAK, Mikroskop. Unterschdg. d. Miner. der Augit-, Amphibol- und Biotitgruppe. Sitzber. d. Wien. Akad. LIX. 1te Abthg. 1869.

G. TSCHERMAK, Ueber Pyroxen und Amphibol. Mineralog. Mittheilungen. 1871. Hft. I. 17—21.

B. KOSMANN, Ueber das Schillern und den Dichroismus des Hypersthens. N. Jahrb. f. Min. 1869. 532; vgl. ferner Sitzber. der niederrhein. Ges. für Natur- und Heilkunde zu Bonn. 3. Febr. 1869 und N. Jahrb. f. Mineral. 1871. 501.

Der in den Gesteinen eingewachsen vorkommende Hypersthen bildet niemals Krystalle, sondern nur kleinere und grössere Krystallkörner, deren Umrisse durch die Gestalt der associirten Gemengtheile bedingt wird. Es können demnach auch seine Durchschnitte in keiner Weise zur Erkennung desselben verwerthet werden. Die vollkommene Spaltbarkeit desselben nach $\infty P\breve{\infty}$, sowie nach dem Prisma von 93° und theilweise auch nach $\infty P\bar{\infty}$, besonders aber die beiden ersten machen sich durch feinere und gröbere parallele Risse bemerklich, nach deren Verlauf man sich über die Lage der Schnittebene am Krystall klar werden kann.

Die Mikrostructur der Hypersthene ist nicht in der Art constant,

dass sie bei allen rhombischen Gesteinsgemengtheilen, die man nach dem Ergebniss der chemischen Analyse dieser Species zuzählen muss, wiederkehrte. In ganz typischer Weise ist sie nur nach dem heutigen Stande unserer Kenntnisse an den Vorkommnissen von der Pauls-Insel und einigen norwegischen entwickelt; doch finden sich Andeutungen derselben in deutlicheren und undeutlicheren Spuren an allen Hypersthenen und wo sie absolut fehlen, da kann auch der bekannte, kupferrothe Metallschimmer auf der Hauptspaltungsfläche nicht vorhanden sein. Da aber dieser nach dem Begriff der Species wesentlich ist oder doch bislang als wesentlich angesehen wird, so darf man ein Vorkommniss, dem die gleich zu besprechende Mikrostructur abgeht, so lange auf Enstatit und Bronzit deuten, bis die optische und chemische Untersuchung die Unmöglichkeit einer solchen Annahme dargethan hat.

Es finden sich in den Hypersthenen, am deutlichsten und schönsten in dem der Paulsinsel, zahlreiche aber nicht mannichfaltige, krystallinische Interpositionen in einer höchst regelmässigen Anordnung. Es sind unregelmässig gestaltete, opake Körner, die man wohl mit Recht auf Magnetit deutet; sie sind nicht so streng gesetzmässig und gleichmässig durch die ganze Mineralmasse vertheilt und ihnen verdankt der Hypersthen unzweifelhaft den hie und da angegebenen schwachen Magnetismus. In grösserer Menge und strengerer Gesetzmässigkeit aber beobachtet man rhombische, braune Täfelchen, von selten ganz geradliniger Umgrenzung; zumal die grösseren sind lappenartig, gefranzt und ausgezackt und nur die kleineren lassen oft schärfere polygonale Begrenzungen wahrnehmen. Die braune Farbe ist nicht allen diesen Interpositionen gemein (s. Fig. 46, Taf. VIII), wenigstens nicht in gleicher Intensität, sondern je nach der Dicke einer Tafel und je nachdem sie einzeln oder zu mehreren in verschiedenen Ebenen übereinandergeschichtet liegen, sind sie bald dunkelbraun bis opak, hellbraun, gelblich, graugelb bis fast farblos und dann oft kaum in der Mineralmasse bemerklich. Bei abnehmender Grösse einer Flächendimension gehen die Täfelchen ganz allmählig in nadelförmige Gebilde über, die man auf den ersten Blick für Etwas von ihnen verschiedenes halten könnte. — Verfertigt man sich Schliffe von dem Hypersthen in verschiedener krystallographischer Orientirung, so bemerkt man sofort, dass nur in denjenigen Dünnschliffen, die mehr weniger parallel dem Brachypinakoid gehen, die braunen Täfelchen als solche erscheinen; bei Schliffen, die ganz oder annähernd senkrecht zu dieser Richtung gefertigt wurden, sieht man nur schmalste opake Leistchen und Punkte, die Projectionen der beschriebenen tafel- und nadelförmigen Interpositionen. Dieselben müssen also nur in einer Ebene im Krystall

liegen und diese Ebene muss ganz oder annähernd parallel zu der Hauptspaltungsrichtung liegen. Nach den optischen Untersuchungen von B. KOSMANN bildet die Ebene der Interpositionen mit $\infty P\breve{\infty}$ einen Winkel von 7° 45'. (Die Berechnung dieser Fläche ergiebt keinen einfachen krystallonomischen Ausdruck, aber merkwürdigerweise liegen auch im Labradorit die Interpositionen in solchen Flächen von verwickelter, unwahrscheinlicher Formel.) KOSMANN nennt diese Einschlussebene die „Fläche des schillernden Durchgangs." Die Vertheilung der braunen Interpositionen in derselben ist nicht eine ganz gleichmässige; stellenweise häufen sie sich und stellenweise fehlen sie ganz; dass aber besonders in der Nähe des mit dem Hypersthen verwachsenen Labradorits eine Anhäufung derselben eintreten sollte, wie KOSMANN angiebt, kann ich nach Beobachtung zahlreicher Präparate nicht bestätigen. Die Blättchen liegen in der genannten Ebene in drei verschiedenen Lagen, die stets wiederkehren und wie es nach meinen Präparaten scheint, regelmässig wechseln, jede Lage von der andern durch Mineralsubstanz getrennt. Entweder liegen sie, und das ist der häufigste Fall, mit ihren längeren Kanten senkrecht zur Hauptaxe c, deren Richtung sich in den Schliffen ausnahmslos durch feine schwarze Streifen und oft äusserst zarte Spaltlinien kundgiebt (s. Fig. 46, Taf. VIII), die bisweilen so gedrängt sind, dass sie zu Beugungserscheinungen Veranlassung geben; oder ihre längeren Kanten sind der aufrechten Axe c parallel; oder endlich sie bilden mit dieser Richtung Winkel von anscheinend 30°. Das genannte Farbenbild wird eine Vorstellung von dieser Anordnung geben und beiläufig sei bemerkt, dass diese, wie alle andern Abbildungen, nicht etwa schematisch, sondern durchaus getreu nach der Natur gezeichnet wurde.

Dass der kupferrothe metallische Schiller von den besprochenen Interpositionen herrührt, folgt schon daraus, dass er nur auf $\infty P\breve{\infty}$ auftritt, mit einiger Wahrscheinlichkeit und wird zur Gewissheit durch die Beobachtung, dass er auch dieser Fläche da fehlt, wo keine Interpositionen liegen, wovon man sich schon unter der Loupe, noch besser aber unter dem Mikroskop überzeugt, wenn man im auffallenden Lichte beobachtet und das durchgehende bald zulässt, bald mit der vorgehaltenen Hand abblendet. Schon bei der Beobachtung im Handstück bemerkt man, dass bei horizontaler Lage von $\infty P\breve{\infty}$ und senkrechter Orientirung der Hauptaxe zur Einfallsebene des auffallenden Lichtes es nur eine Stellung giebt, bei welcher der Schiller deutlich ist. Dreht man das Handstück in der angegebenen Lage um eine vertikale Axe um 180°, so ist der Schiller nicht mehr bemerklich. — Viel exacte wird die Beobachtung, wenn man einen Dünnschliff etwa 18°—19°

geneigt zu $\infty P\bar{\infty}$ anfertigt, bei welcher Lage der Schiller senkrecht austritt, und diesen im direkten auffallenden Lichte unter dem Mikroskope betrachtet. Blendet man das vom Spiegel kommende Licht mit der Hand ab und orientirt den Schliff zum auffallenden Lichte (künstliche Beleuchtung thut gute Dienste) in der angegebenen Weise, so leuchten sämmtliche Interpositionen in rothen, blauen, violetten und grünlichen Farben, während die einschlussfreien Stellen matt aussehen, wie man sich bei momentaner Zulassung des durchfallenden Lichtes überzeugt. Es existiren demnach sonst nicht wahrnehmbare Blätterdurchgänge nach der Einschlussebene, an denen das einfallende Licht eine mannichfache Brechung und Polarisation erleidet; alle diese gebrochenen und polarisirten Strahlen werden nun von der oberen und unteren Fläche der braunen Blättchen zurückgeworfen und gelangen zur farbigen Interferenz. Beobachtet man durch ein Nicol, so findet eine merkliche Abnahme in der Intensität des Phänomens statt, sobald die Schwingungsebene derselben senkrecht zur Hauptaxe des Hypersthens steht; demnach wäre ein grosser Theil der Strahlen in der Richtung der Axe c polarisirt. Die Farbe, in welcher ein Blättchen erglänzt, hängt wesentlich von der Dicke desselben oder von der Anzahl der sich ganz oder theilweise deckenden, superponirten Blättchen ab, wovon man sich leicht bei der angegebenen Beobachtungsmethode überzeugt, wenn man bei scharfer Fixirung der verschiedengefärbten Stellen nur rasch das durchfallende Licht durch Hinwegziehen der abblendenden Hand zulässt.

Dünnschliffe, welche parallel $\infty P\bar{\infty}$ orientirt sind, lassen bei gewissen Lagen einen messingfarbenen, seidenglänzenden Schiller wahrnehmen, welcher einem weiteren, versteckten Durchgange entspricht, dessen Ebene gleichfalls in der vertikalen Zone liegt. Bringt man einen solchen Schliff bei horizontaler Lage in solche Stellung, dass die Hauptaxe senkrecht zur Ebene des einfallenden Lichtes steht und dreht ihn um die Hauptaxe nach rechts, so bemerkt man eine deutliche grüne Färbung, wenn um einen bestimmten Winkel gedreht wurde; dreht man dann um 90° zurück nach links, so ist die Färbung röthlich. Durch Beobachtung mit dem Dichroskop wird es klar, dass diese Erscheinung eine Folge des Dichroismus des Hypersthens ist, indem parallel zu dem erwähnten Blätterdurchgang nur der grüne Strahl, senkrecht zu demselben aber der grüne und rothe Strahl mit gleicher Intensität durchgelassen werden. B. Kosmann schlägt daher vor, diesen versteckten Blätterbruch den „dichroitischen Durchgang" zu nennen.

Was nun die chemische Natur der braunen, tafelförmigen Interpositionen anbetrifft, so ist dieselbe bislang nicht festgestellt. Anfangs

war KOSMANN, der sie am genauesten studirt hat, geneigt, sie für Diallag zu halten; später aber glaubte er auf Grund einer durch chemische Analyse gefundenen Menge von 0,46 % Titansäure sie für Brookit halten zu müssen, eine Annahme, welcher auch die Winkel der gut ausgebildeten kleinsten Blättchen nicht zu widersprechen schienen. Nun ist allerdings nicht anzunehmen, dass diese Titansäure dem Hypersthensalze als solchem angehöre; dass sie dem interponirten Magnetit angehöre, ist bei dem deutlichen Magnetismus desselben nicht wahrscheinlich, dazu ist auch die gefundene Menge zu gross. Dass aber die Blättchen aus Brookit, also reiner Titansäure, bestehen, ist andrerseits desshalb nicht plausibel, weil man dann eine viel grössere Menge Titansäure in der Analyse erwarten müsste. Positiv ist demnach nur der gefundene Gehalt an TiO_2 (leider scheint das nach Behandlung mit Fluorwasserstoffsäure restirende Mineralpulver nicht mikroskopisch untersucht worden zu sein), sowie die Beobachtung, dass Säuren selbst bei langer Einwirkung die Täfelchen ebensowenig auflösen, als eine Erhitzung des Schliffes bis zur Rothgluth sie bemerklich veränderte.

Die genaue Kenntniss von den optischen Eigenschaften des Hypersthens verdankt man DESCLOIZEAUX; sie sind niedergelegt in seinen oft citirten „Nouvelles recherches sur les propriétés optiques biréfringentes etc." pag. 63—67, und enthalten manche Berichtigung der in seinem Manuel gemachten Angaben. Nach ihm ist der Hypersthen optisch negativ; die Ebene der optischen Axen ist der brachydiagonale Hauptschnitt (die Spaltungsebene und daher können Spaltungsblättchen im NÖRREMBERG'schen Apparat kein Axenbild geben), ihre Bissectrix ist $\breve{a}$. Demnach $\breve{a} = a$, $\bar{b} = b$, $\dot{c} = c$. (s. das Schema Fig. 82). Der Winkel, den die optischen Axen mit einander machen, ist stets gross, wechselt aber sehr bei den verschiedenen Vorkommnissen. Zahlreichen Messungen von DESCLOIZEAUX schliesst sich auch die des Hypersthens von Neurode von WEBSKY an. Den grössten Axenwinkel hatte ein Hypersthen von Stavanger in Norwegen mit AB in Oel für rothe Strahlen = 98° 26′, entsprechend einem wirklichen rothen Axenwinkel von etwa AB = 81° 48′ und den kleinsten hatte ein solcher von Finnland mit AB in Oel für rothe Strahlen = 69° 14′, entsprechend einem wirklichen rothen Axenwinkel von etwa

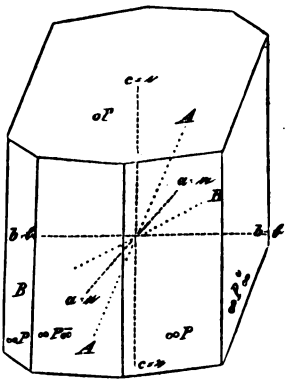


Fig. 82.

AB = 57° 40′. — Den Pleochroismus bestimmte Tschermak und fand folgende Axenfarben: $\breve{a}$ = hyacinthroth ins Gelbe, $\bar{b}$ röthlichgelb und $\overset{1}{c}$ graugrün am Hypersthen von Labrador (Pauls-Insel); an einem Stücke desselben Fundortes bestimmte Haidinger: $\breve{a}$ hyacinthroth ins Röthliche, $\bar{b}$ nelkenbraun ins Gelbliche, $\overset{1}{c}$ grau ins Grüne. Beide fanden die Absorptionsverhältnisse ganz übereinstimmend als c>a>b. Der Dichroismus ist auch noch in recht dünnen Schliffen wohl zu beobachten, wenn natürlich auch nur schwach, dagegen die Absorption ist nicht merklich verschieden, möge die Schwingungsebene des Polarisator stehen, wie sie wolle.

Der Hypersthen findet sich besonders in der nach ihm benannten Felsart Hyperstheuit als wesentlicher Gemengtheil, accessorisch in den Gabbro's mancher Fundorte.

Anhang: A. Streng hatte früher gelegentlich seiner Studien über die Gebirgsarten und Mineralien der Baste bei Harzburg ein Enstatitmineral, welches er als die Muttersubstanz des Bastit (Schillerspath) betrachtete, mit dem Namen Protobastit belegt, später aber, als Kenngott dessen Zugehörigkeit zu den Enstatiten darthat, sich dessen Ansicht angeschlossen und so war der Protobastit als Species gefallen. Neuerdings hat G. Tschermak ein authentisches Vorkommniss dieser Substanz, welches von Streng selbst herrührte, untersucht und es optisch verschieden vom Enstatit und Bronzit gefunden.* Zugleich beruft er sich auf eine frühere Beobachtung Websky's, die sich indessen nach einer Bemerkung Streng's** nicht auf seinen Protobastit, sondern auf Diallag bezieht. Hierdurch wird allerdings Tschermak's eigene Beobachtung nicht entwerthet und es verdient wohl bemerkt zu werden, dass Werth und Lage der optischen Constanten in diesem Mineral des Radauthales mit denen des Diaklasites stimmen, wie sie Descloizeaux feststellte. Der Diaklasit Hausmann's wird als ein Zwischenstadium der Umwandlung des Enstatit zu Bastit angesehen. Die optischen Axen des Diaklasits und also des Protobastits Tschermak liegen unter grossem Winkel im makrodiagonalen Hauptschnitt; die makrodiagonale Axe ist negative Bissectrix, also $\bar{b} = a$, $\overset{1}{c} = c$ und $\breve{a} = b$.

* Mineralog. Mittheil. 1871. I, 20.

** N. Jahrb. f. Mineralogie. 1872. 273. Anmerkung 2.

7. Bastit.

Literatur.

Ch. E. Weiss, Beobachtungen und Untersuchungen über den Schillerspath von Todtmoos. Pogg. Ann. CXIX, 459. 1863.
E. Reusch, Ueber das Schillern gewisser Krystalle. Pogg. Ann. CXX, 115. 1863.
R. von Drasche, Ueber Serpentine und serpentinähnliche Gesteine. Mineral. Mittheilungen von Tschermak. 1871, I, 10—12.
R. Hagge, Mikroskop. Untersuchungen über Gabbro und verwandte Gesteine. Kiel 1871, pag. 27.
G. Tschermak, Mikroskop. Unterscheidung der Miner. aus der Augit-, Amphibol- und Biotitgruppe. Sitzber. d. Wien. Akad. d. Wiss. LIX, 1 Abthlg. 1—12. 1869.
G. Tschermak, Ueber Pyroxen und Amphibol. Mineralog. Mittheilungen. 1871, I, 20.

Der Bastit oder Schillerspath ist nicht in rundum ausgebildeten Krystallen bekannt, sondern findet sich in eingewachsenen Krystalloiden, welche eine sehr vollkommene Spaltung nach dem Brachypinakoid und eine deutliche nach einem Prisma von 87° resp. 93° besitzen und auf $\infty P\breve{\infty}$ metallischen Schiller haben. Er ist oft schon makroskopisch erkennbar von Serpentin durchwachsen, in welchem er eingebettet liegt. — Sind seine Durchschnitte mehr oder weniger parallel der vollkommensten Spaltung, so zeigt der Bastit eine oft sehr feine, seltener gröbere Längsstreifung; je stärker die Neigung des Schnittes zu dieser Richtung ist, desto gröber erscheint die Streifung und macht oft den Eindruck eines treppenartigen Absetzens. Parallel mit derselben liegen oft sehr zahlreiche, erst bei starker Vergrösserung als solche erkennbare Nädelchen, deren massenhaftes Auftreten den Schliff fast undurchsichtig machen kann. — Meistens verlaufen die feinen Streifen geradlinig parallel; in andern Fällen (sehr schön bei dem Todtmooser Bastit) sind dieselben schwach wellenförmig gewunden, wie beim Bronzit.

An fremden Einschlüssen ist der Bastit stellenweise ziemlich reich, an andern Fundorten dagegen recht arm. Am charakteristischsten sind für ihn die Einbuchtungen und ganz umhüllten Fetzen von Serpentinsubstanz, die oft da, wo sie auf Spalten eindrang, ein zu der Spaltenrichtung senkrechtes, faseriges Gefüge angenommen hat, was wohl auf Umbildung in Chrysotil gedeutet werden muss. Von den grösseren, mit Serpentin erfüllten, Spalten aus ist die Bastitsubstanz oft trübe geworden, wie denn auch sonst trübe und helle Stellen unregelmässig darin wechseln. Die trüben Fetzen pflegen dann meistens eine wässerig grüne Farbe und einen sonderbaren, etwas an Atlas erinnernden Glanz zu zeigen. Farblose Nädelchen durchspicken ihn hie und da und ebenso begegnet man braunen, rundlichen bis quadratischen

Körnern von Picotit, undurchsichtigen Einschlüssen von Chromeisen, worauf schon FISCHER* aufmerksam machte und in manchen Bastiten in grosser Zahl den braunen Lamellen, die in Enstatit, Bronzit und Hypersthen erwähnt wurden, und die in andern Bastiten gänzlich fehlen, vielleicht bei der Umbildung von Enstatit zu Bastit zu Grunde gingen. — Wo der Bastit makroskopisch in den Gesteinen auftritt, da pflegt er auch zu mikroskopischen Dimensionen herabzusinken und in grösserer Menge vorhanden zu sein.

Die Farben des Bastit im durchfallenden Lichte sind grünlich (Baste) oder gelblich (Todtmoos) bis farblos. Je feiner faserig der Bastit erscheint, desto deutlicher tritt gewöhnlich die Farbe hervor. Der metallartige Schiller auf dem Brachypinakoid des Bastits wurde von REUSCH (l. c.) untersucht und erklärt; derselbe zeigt sich auch unter dem Mikroskope deutlich bei auffallendem Lichte, wenn der Schliff in geeigneter Weise liegt. Dreht man dann den Schliff in seiner Horizontalebene, so verschwindet der Schiller, tritt aber wieder in ungeschwächter Weise auf, wenn der Drehungswinkel = 180° geworden ist. REUSCH bemerkt, dass, wenn man auf einer schillernden Fläche das Spiegelbild einer Kerze betrachtet, dieses von einem Lichtstreifen durchsetzt wird, der senkrecht auf der schon mit der Loupe erkennbaren Streifung steht. Er hält das Schillern für eine Beugungserscheinung und nimmt an, dass gebeugtes, aus dem Innern des Krystalls kommendes Licht die Bronzefarbe bedinge. Jedenfalls steht die ganze Schillererscheinung in innigem Zusammenhange mit der feinen Faserung. Wo dieselbe absetzt, was man oft bei grösseren Durchschnitten wahrnimmt, da fehlt auch der Schiller. Ebenso dürfte der schon erwähnte atlasartige Glanz im durchfallenden Lichte in Causalzusammenhang mit dieser Faserung stehen. —

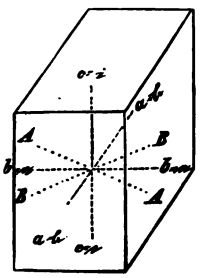


Fig. 83.

Die optischen Axen liegen in dem makrodiagonalen Hauptschnitt und die Makrodiagonale ist negative Bissectrix. Demnach ist a = b, b = a, c = c (s. Fig. 83). Die Doppelbrechung ist ziemlich bedeutend, ebenso die Dispersion $\rho > v$. Die Grösse des Axenwinkels variirt sehr in verschiedenen Lamellen; am Harzer Bastit fand DESCLOIZEAUX den scheinbaren in Luft = 60°—70°; an einem Bastit von Corsica schwankte er sogar von 20°—70°. TSCHERMAK giebt den Axenwinkel in Oel vom Bastit von Kirchbühel bei Wiener-Neustadt = 81°, den in Luft des Bastits von Russel in Massa-

* Clavis der Silicate. Leipzig 1864. 9 und 88; auch Krit. mikroskop.-min. Studien. Freiburg i. B. 1869. 4.

chusetts = 30°. — Bei den weitaus meisten Vorkommnissen wird man also ohne Weiteres in einem Spaltungsblättchen im Nörremberg'schen Apparat die Axenbilder sehen und bei der 45° Stellung werden die Hyperbeln noch im Gesichtsfelde sein.

Der Pleochroismus ist sehr schwach, in mikroskopischen Präparaten meistens gar nicht zu beobachten. Die Absorption ist für c grösser als für a und b.

Der Bastit findet sich besonders in den aus Olivingesteinen hervorgegangenen Serpentinen und nach v. Drasche in den früher zum Serpentin gerechneten, von ihm aber davon getrennten, serpentinähnlichen Bronzit-Bastit-Gesteinen. Wenngleich ihm der Nachweis, dass das darin enthaltene rhombische Magnesia-Silikathydrat Bastit sei, nicht in schärfster Weise gelang, so ist seine Annahme doch höchst wahrscheinlich. Der Bastit wird bekanntlich als ein wasserhaltiges Umwandlungsproduct der Enstatite angesehen; wenn man indessen mit v. Drasche daraus den Schluss ziehen wollte, der Bastit sei eigentlich kein selbstständiges Mineral, so würde man demselben damit, zumal in Hinblick auf seine schöne optische Individualisation, gewiss Unrecht thun und in Gefahr gerathen, noch mancher anderen Mineralspecies die Selbstständigkeit absprechen zu müssen, weil ihr die Natur ein nachweisbares Muttermineral gegeben hat.

8. Anthophyllit.

Literatur.

Theodor Scheerer, Mikroskopische Untersuchung verschiedener Mineralien. Pogg. Ann. LXIV, 166. 1845.

H. Fischer, Kritische, mikrosk.-mineral. Studien. Freiburg i. B. 1869. 7 und 1te Fortsetzg. Freiburg i. B. 1871. 17. 19.

G. Tschermak, Ueber Pyroxen und Amphibol. Mineralog. Mittheilungen. 1871. I. 37.

Der Anthophyllit bildet körnige und stenglige Krystalloide von unregelmässigen Umrissen mit einer vollkommenen Spaltung nach $\infty P\bar{\infty}$ und einer weniger deutlichen nach ∞P mit 124° 30′; noch unvollkommener nach $\infty P\breve{\infty}$. Demnach sind auch die mikroskopischen Durchschnitte nicht gesetzmässig begrenzte, sondern willkürliche und können zur Charakteristik nicht verwerthet werden. — Die Mikrostructur des Anthophyllites, welcher sich zum Amphibol etwa so verhält, wie die Enstatite zum Augit, steht der des Bronzites sehr nahe. Dieselbe parallele Faserung mit denselben braunen bis fast farblosen Nädelchen und Leisten, deren Längsaxe parallel der Faserung liegt. Nur bei stärkeren Vergrösserungen nimmt man eine äusserst zarte, nicht ganz

constant wiederkehrende, oft kurz absetzende Streifung wahr, die zur ersten unter einem nicht ganz rechten Winkel verläuft und wohl einem sehr versteckten Blätterbruche entspricht. — Von fremden Einschlüssen sind die schon makroskopisch zu beobachtenden, oft central angehäuften Glimmerblättchen zu erwähnen; sie haben rothe bis rothbraune Farbe, zeigen sehr starke Absorption, scheinen aber nicht Biotit, sondern Phlogopit zu sein. Daneben bemerkt man grünliche, eher chloritisch, als glimmerartig aussehende Blättchen von unregelmässiger Gestalt. Wo der Schliff so liegt, dass man den Glimmer als Lamelle, parallel c geschnitten, sieht, da bemerkt man oft, dass die einzelnen Individuen desselben mit ihren Hauptaxen unter dem Prismenwinkel des Anthophyllits zu einander liegen, während an andern Stellen eine solche Orientirung gänzlich fehlt. Häufige, schwarze Körner und Putzen sind Magnetit (Fig. 48, Taf. VIII). —

Die optischen Axen bilden einen grossen Winkel mit einander, dessen Betrag aber in weiten Grenzen schwankt, und zwar selbst in verschiedenen Lamellen desselben Vorkommens. Den kleinsten stumpfen Winkel in Oel für rothe Strahlen fand DESCLOIZEAUX an einem Kongsberger Anthophyllit zu $110^0\,49'$, den grössten an einem solchen aus den Vereinigten Staaten zu $126^0\,4'$. Derselbe hatte einen starken Gehalt an Al_2O_3 und gehört demnach zum Gedrit. Als mittleren Werth für den wirklichen, spitzen Axenwinkel kann man $AB = 81^0\,15'$ annehmen. Die Ebene der optischen Axen ist parallel $\infty P\breve{\infty}$; c ist die positive Bissectrix, a die optische Normale; demnach $\breve{a} = a$, $\bar{b} = b$, $\dot{c} = c$ und das optische Schema, wie bei Bronzit. $\beta\rho = 1.636$. Die Dispersion ist bald schwächer, bald stärker, aber stets deutlich $v > \rho$ um c. — Pleochroismus ist auch im Dünnschliff stark; man sieht hell grünlichgelb, wenn die Schwingungsebene des Polarisator parallel, rothbraun, wenn sie senkrecht zur Streifung steht. Im ersten Falle keine, im zweiten starke Absorption.

Der Anthophyllit findet sich besonders in Glimmerschiefer, dann auch in Gneiss; ferner wird er in Granit, Diorit, Gabbro und Serpentin angegeben. —

Der Gedrit aus dem Héas-Thale in den Pyrenäen wird von DESCLOIZEAUX ebenfalls zum Anthophyllit gestellt. FISCHER* untersuchte ihn mikroskopisch und fand darin Magnetit, z. Th. in Hämatit umgewandelt, und farblose (Grammatit?) Fasern. —

In Kongsberg und Grönland finden sich Substanzen mit der Spal-

* Kritische, mikroskop.-mineralog. Studien. 1te Fortsetzung. Freiburg i. B. 1871. 19.

tung und der chemischen Consitution der Anthophyllite, welche aber nach ihrem optischen Verhalten in das monokline System zum Amphibol gehören, da ihre Bissectrix nicht parallel c läuft, sondern damit einen Winkel von 15^0—17^0 macht. DesCloizeaux* benennt diese Vorkommnisse als Amphibol-Anthophyllit.

9. Olivin.

Literatur.

Ferd. Zirkel, Untersuchungen über die mikroskop. Zusammensetzung und Structur der Basaltgesteine. Bonn 1870. 55—67.

Ferd. Zirkel, Geolog. Skizzen von der Westküste Schottlands. Ztschrft. d. deutsch. geol. Ges. XXIII, 59 und 95. 1871.

G. Tschermak, Beobacht. über die Verbreitung des Olivin in den Felsarten. Sitzber. d. Wien. Akad. d. Wiss. LVI. 1867. Juli.

R. Hagge, Mikroskop. Untersuchungen über Gabbro und verwandte Gesteine. Kiel 1871. 4. 13. 14. 17. 19.

H. Rosenbusch, Petrographische Studien an den Gesteinen des Kaiserstuhles. N. Jahrb. f. Min. 1872. 59 sqq.

Der Olivin, welcher theils als wesentlicher, theils als accessorischer Gemengtheil eine weite Verbreitung in den Gesteinen hat, findet sich entweder in den bekannten, aus Prisma, Domen und Pinakoiden vorwiegend combinirten Krystallgestalten und dann sind seine Durchschnitte meistens entweder sechs-, oder achtseitig, oder aber er tritt nur in Krystallkörnern auf und dann sind seine Umrisse natürlich ganz willkürliche. Im Allgemeinen sind die normalen Krystalle in den basaltischen Gesteinen häufiger, als in den andern olivinführenden Felsarten; dann aber pflegen auch in den ersteren die grösseren Individuen ebenso häufig in Körnerform, als in Krystallen aufzutreten, während die kleineren, mikroskopischen oft sehr scharfe Formen besitzen. Ganz besonders charakteristisch ist es für die basaltischen Olivine, dass sie sich häufig als Fragmente von Krystallen zeigen und dadurch den Beweis für die Massenbewegung des sie enthaltenden Gesteines liefern. Oft ist man dann in der Lage, die ursprünglich zusammengehörigen Bruchtheile eines Krystalles, sowie die Ursache ihrer Zerbrechung, in anderen Körpern (Magnetit, Augit etc.) zu erkennen. Dadurch gleicht der Olivin einigermassen den porphyrischen Quarzen, worauf schon Vogelsang** aufmerksam machte. Auch die wie angeschmolzen aussehenden Umrisse, die Einbuchtungen und Einschlüsse der Gesteinsgrundmasse, sowie manche andere Mikrostructurverhält-

* Nouvelles recherches sur les propriétés optiques etc. Paris 1867. 114—117.

** Philosophie der Geologie. Bonn 1867. 201.

nisse lassen diese Parallele als eine berechtigte erscheinen. — Die Olivine der Lherzolithe, Olivingabbros und Olivinfelsen, welche weitaus am häufigsten körnig sind, lassen natürlich auch solche Fluidalerscheinungen nicht beobachten. — Die unvollkommene Spaltung nach $\infty P\breve{\infty}$ macht sich nur selten deutlich durch parallele capillare Spalten bemerklich; dagegen pflegen die Olivine von zahlreichen, regellos sich kreuzenden Sprüngen und Rissen durchzogen zu werden. — Unter gewisse Dimensionen scheinen die Olivine niemals herabzusinken. — Schon im allgemeinen Theile dieses Buches (pag. 17) wurde darauf hingewiesen, dass man an den Olivinen eigenthümliche Verquetschungen der Umrisse bisweilen wahrnimmt, wie sie oben beim Nosean beschrieben wurden und wie sie nur dadurch erklärlich sind, dass man sie sich in halbplastischem Zustande einem stärken Druck ausgesetzt denkt. Diese Plasticität kann aber nicht als ein Zwischenstadium zwischen flüssig und krystallinisch-fest, sondern muss als die Folge einer secundären Anschmelzung fertiger Krystalle angesehen werden.

Im Dünnschliffe ist neben den unregelmässigen Sprüngen besonders die eigenthümlich rauhe, man möchte sagen sanft wellig gekräuselte Oberfläche der Durchschnitte für Olivin charakteristisch. Seine Farbe im durchfallenden Lichte ist ein sehr helles Grünlichgrau, bei starker Dünne wird er ganz farblos. In den Olivinfelsen trifft man ihn öfters intensiver grüngefärbt, ebenso in den Olivingabbros, wo er seltener auch braune Farben zeigt. — Die Olivine der basaltischen Gesteine haben zwar sehr mannichfache, aber doch nicht eigentlich massenhafte Interpositionen. Von den mit ihnen associirten Mineralien pflegen sie nur den Magnetit zu umschliessen, niemals dagegen etwa Augit, Leucit, Nephelin etc., so dass sie anscheinend einer der frühest ausgeschiedenen krystallinischen Gemengtheile sein dürften. — Neben dem Magnetit sind besonders an individualisirten Einschlüssen jene opaken bis braun durchsichtigen, quadratischen Durchschnitte und Körner zu nennen, die schon oben (pag. 160) als Picotit gedeutet wurden. Derselbe gehört in winzigsten Individuen zu den constantesten Einschlüssen. Eigentliche Mikrolithe sind äusserst selten; nur feinsten undurchsichtigen, oft gebogenen und geknickten Nadeln begegnet man hie und da. — Unregelmässig gestaltete Einschlüsse des glasigen Gesteinsmagmas mit oder ohne anhängende fixe Bläschen sind stellenweise häufig, ebenso Bruchtheile der kleinkörnigen Gesteinsgrundmasse. Die ersteren zeigen oft vereinzelte Krystallnadeln, sind nicht selten auch in den verschiedensten Stadien der Entwicklung durch krystallinische Ausscheidungen entglast. — Leere Hohlräume (Dampfporen) sind oft in Reihen und Wänden massenhaft eingelagert. Ebenso finden sich in den Olivinen

mancher Basalte, die ZIRKEL (l. c.) aufzählt, und der basischen Gläser Flüssigkeitseinschlüsse mit beweglicher Libelle. Bei manchen derselben konnte durch die Absorption der Libelle in Folge der Ausdehnung der Flüssigkeit bei Erwärmung auf etwas über 30° C., oder durch Verdunstung der Flüssigkeit, wenn die Libelle relativ gross war, nachgewiesen werden, dass das interponirte Fluidum liquide Kohlensäure war. Solche Interpositionen stehen in keinem Zusammenhange mit capillaren Spalten und müssen durchaus als primär angesehen werden. — Die Anordnung dieser Einschlüsse ist eine regellose und zeigt keine Beziehung zu der Krystallgestalt ihres Wirthes.

Als constante Interpositionen der Olivine in den Gabbrogesteinen sind besonders lange, oft gebogene und geknickte, braune bis opake Nädelchen zu nennen. Körner derselben Beschaffenheit sind wohl nur Durchschnitte davon senkrecht zur Längsaxe. Die Nädelchen liegen bisweilen nach zwei sich kreuzenden Richtungen auffallend parallel. Auch gruppiren sie sich zu zierlichen Täfelchen und solche ähneln dann oft denen im associirten Diallag. ZIRKEL deutet die Nadeln und Körner trotz ihrer Durchsichtigkeit auf Magnetit. In Salzsäure lösen sie sich. Der Magnetit und Hämatit, sowie Eisenoxydhydrat finden sich auch sonst deutlich erkennbar in den genannten Olivinen, aber z. Th. in Verhältnissen, die ihre secundäre Entstehung durch molekulare Veränderung des Wirthes wahrscheinlich machen.

Kein anderes gesteinsbildendes Mineral ist so sehr zu Zersetzungen geneigt, wie der Olivin. Dieselbe beginnt ausnahmslos vom Rande und von den Spalten her (s. Fig. 49 und 50, Taf. IX) und bewirkt zuvörderst eine Ausscheidung des Eisens aus der Verbindung, welches sich z. Th. in den Spalten selbst als Oxyd, Oxydhydrat und Oxydoxydul wieder abzulagern scheint. Darauf bilden sich faserige Aggregate, senkrecht zur Angriffsebene, die meistens recht scharf an der unzersetzten Olivinsubstanz absetzen, und nicht allmählig in dieselbe verfliessen. Diese faserigen Neubildungen, welche zum Serpentin gehören, besitzen fast stets grünliche, seltener gelbliche Farbe und scheinen erst in einem weiter vorgeschrittenen Stadium rostbraun zu werden. Da der Angriff von allen sich wirr kreuzenden Capillarspalten und den Rändern gleichzeitig beginnt, so sieht ein solcher Olivin maschig aus; nur die Centren jeder Masche sind dann noch Olivin, das Netz Serpentin. Der Process schliesst natürlich mit der gänzlichen Umbildung zu Serpentin, resp. Chrysotil ab; und man hat so im Kleinen die bekannten Pseudomorphosen von Snarum. — Anders scheint die Metamorphose bei den eisenreichen Olivinen (Hyalosiderit)

zu verlaufen. Hier ist nemlich, wie TSCHERMAK* im Melaphyr von Zderetz, ich im Limburgit von Sasbach beobachtete, das Endproduct des pseudomorphen Processes ein Gemenge von Eisenoxyd und Eisenoxydhydrat.

Im polarisirten Lichte zeigt der Olivin sehr lebhafte, meistens rothe und grüne Farben da, wo seine Substanz noch frisch ist. Er hat positive Doppelbrechung und zwar ist bei der NAUMANN'schen Stellung des Olivin (cf. Fig. 84) a = c, b = a, c = b. Demnach liegen die optischen Axen im basischen Hauptschnitt und die Brachydiagonale halbirt ihren spitzen Winkel. Bei der DESCLOIZEAUX'schen Stellung der Krystalle (NAUMANN $\infty P = 130^0\,2'$ und DESCLOIZEAUX $\infty P = 119^0\,12' = P\breve{\infty}$ NAUM.) ist $\infty P\breve{\infty}$ Axenebene und die Hauptaxe positive Bissectrix.

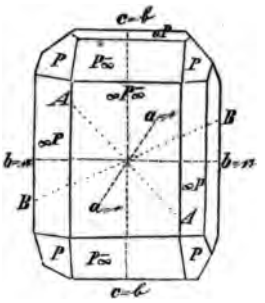


Fig. 84.

Bei DANA (A System of Mineralogy 1868, 256) scheint sich ein Irrthum eingeschlichen zu haben; denn während er die Krystalle wie NAUMANN stellt, indem nur $\infty P\bar{2}$ DANA = ∞P NAUMANN, giebt er doch die Bissectrix senkrecht zu oP an, was nur bei der DESCLOIZEAUX'schen Stellung richtig ist. — Die Dispersion der Axen ist schwach $\rho < v$. Die drei Hauptbrechungsexponenten sind 1.697, 1.678 und 1.661 für den gelben Theil des Spectrums. — Der Axenwinkel ist sehr nahe einem rechten: AB = $87^0\,46'$, doch finden sich in verschiedenen Platten die Werthe etwas variabel. Im NÖRREMBERG'schen Polarisationsmikroskop übersieht man bei Schliffen parallel $\infty P\breve{\infty}$ oder $\infty P\bar{\infty}$ nur den centralen Theil der Interferenzfigur. — Der Dichroismus ist sehr schwach und im Dünnschliff gar nicht wahrzunehmen. HAIDINGER fand $\breve{a}$ blassgrasgrün, $\bar{b}$ blasspistaciengrün, $\dot{c}$ ölgrün.

Mit Salzsäure und Schwefelsäure gelatinirt der Olivin im Dünnschliff, wenn auch nicht gerade rasch und meistens erst nach längerem Erwärmen.

Die eisenreiche Varietät des Olivins vom Kaiserstuhl (SASBACH u. a. O.), welche Hyalosiderit genannt wird, unterscheidet sich vom Olivin in keinem wesentlichen Punkte. Eigenthümlicherweise kommt er nicht in Körnern, sondern stets in scharfausgebildeten Krystallen vor.

Der Olivin bildet mit Enstatit (Bronzit) und Picotit die Lherzolithe (Dunite) und Olivinfelsen, wozu auch die Olivinknollen in den Basalten gehören; er findet sich ferner in manchen Gabbrogesteinen (zum

* Porphyrgesteine Oesterreichs. Wien 1869, pg. 60.

Studium empfehlen sich die Gesteine von Volpersdorf in Schlesien und Schriesheim a. d. Bergstrasse) und in den basaltischen Gesteinen (Trapp, Melaphyr, Basalt) und Laven, zumal in denen mit dichter Structur. Als selteneren Einsprengling fand ihn ZIRKEL (s. oben 130) in Trachytpechsteinen Islands, ebenso in einigen Phonolithen,* in Leucitgesteinen des Erzgebirges;** ferner beschrieb er denselben und seine Umwandlungsproducte im körnigen Kalk von Modum.*** GERHARD VOM RATH † nennt ihn als accessorischen Gemengtheil der trachytischen Lava des Arsostromes, DEITERS †† beschreibt ihn aus dem Gestein von der Löwenburg im Siebengebirge. Nach TSCHERMAK ††† bildet er fast zur Hälfte das von ihm Pikrit genannte Gestein. Auch in Nephelinit, Andesit, Porphyrit, Eklogit, Augitporphyr findet er sich accessorisch und im Serpentin trifft man Körner von Olivin, welche der allgemeinen Zersetzung entgangen sind. Die Vorkommnisse (Glinkit) im Talkschiefer hatte ich noch nicht Gelegenheit zu sehen und mikroskopisch zu prüfen. — Auch den Mangel mikroskopischer Angaben über den fast magnesiafreien Olivin des Eulysit vermag ich nicht zu ergänzen. — Ueber Fayalit berichtete FISCHER. *†

10. Zoisit.

Der Zoisit bildet stänglige Aggregate in Glimmerschiefer, Chloritschiefer, Amphibolit, Diorit, Eklogit, Serpentin und selten im Granit. Seine vollkommene Spaltbarkeit nach $\infty P\bar{\infty}$ macht sich bisweilen durch eine sehr deutliche Parallelstreifung im Dünnschliff kenntlich. Nur das Vorkommniss von Gefrees wurde mikroskopisch untersucht und erwies sich wasserhell durchsichtig im durchfallenden Lichte. Von Interpositionen bemerkte ich nur auffallend lange blaugrünliche, sehr feine Nädelchen von Amphibol und zahlreiche Wände von sehr kleinen Flüssigkeitseinschlüssen, denen stellenweise auch prächtig grosse untertermengt waren. Die Libellen, nur in einzelnen Fällen spontan beweglich, liessen oft bei Erwärmung eine Ortsveränderung wahrnehmen. Eine Temperaturerhöhung bis auf 80° C. veränderte das Volumverhältniss von Libelle und Einschluss nicht; das Fluidum ist also wohl Wasser oder eine wässrige Salzlösung. Eigenthümliche, meist parallele

* Pogg. Ann. CXXXI. 325. 1867.
** Pogg. Ann. CXXXVI. 550. 1869.
*** N. Jahrb. f. Mineral. 1870. 828.
† Ztschrft. d. deutsch. geol. Ges. XVIII. 626. 1866.
†† Ztschrft. d. deutsch. geol. Ges. XIII. 124. 1861.
††† Sitzber. d. Wien. Akad. d. Wiss. LIII. 1te Abthlg. 262. 264. 267. 1866.
*† Kritische, mikrosk. mineral. Studien. Freiburg i. B. 1869. 4. 20.

und im Sinn der Spaltung
zeigen stellenweise die
sind, nach der Schärfe ihrer
ebenfalls mit Flüssigkeiten
in grosser Verbreitung
die den Dünnschliff oft
scheinen lassen.

Die Polarisationsfarben
Ihre Doppelbrechung ist
CLOIZEAUX's Untersuchungen
einzelnen Stellen desselben
lich liegen die optischen
$\breve{a}$ ist ihre positive Bissectrix
in Luft variirt dann
Axen in oP, aber die
$\breve{a} = c$, $\bar{b} = a$ und $\dot{c} = b$
einigen Stellen die Axen
kräftig $\varrho < v$; an anderen
blauen in $\infty P\breve{\infty}$. In K
aller Farben in oP
aus den vereinigen
Axenwinkel ausserordentlich
Brechungsexponent
einflussen die Lage
licher Weise und
in $\infty P\breve{\infty}$ liegenden
— Der Pleochroismus
im Dünnschliff gar
schiede nach verschiedenen
merklich. —

Säuren greifen

A. VON LASAULX, Beiträge

Der eingewachsene
formen; im Allgemeinen
oder unregelmässig
sprechen. Nicht

den Orthoklas oder zwischen diesem und Quarz ausgebreitet. Einschlüsse der mit ihm vergesellschafteten Mineralien enthält er mit Ausnahme des Glimmers und Magnetkieses nicht; ebensowenig aber findet er sich seinerseits in diesen eingeschlossen.

Sonst ist der Cordierit mancher Fundorte sehr reich an Einschlüssen; doch haben dieselben im Allgemeinen nichts Constantes, sondern wechseln bei den verschiedenen Vorkommnissen. Am häufigsten und am weitesten verbreitet begegnet man in ihm sehr langen, spiessigen Mikrolithen, die im buntesten Durcheinander sich kreuzen und verfilzen; im durchfallenden Lichte sind sie wasserhell bis matt bläulich, deutlich doppeltbrechend und leuchten prächtig farbig bei Dunkelstellung des Cordierites hervor. Sie finden sich inmitten der frischesten Cordieritsubstanz und können nicht mit den meist grünlich gefärbten, spiessigen Zersetzungsproducten desselben verwechselt werden, welche stets von den Rändern und Spalten aus anschiessen und um welche herum die Cordieritmasse nicht mehr schön durchsichtig ist, sondern matt aussieht und durch deutliche Aggregatpolarisation den Verlust ihrer Individualität klar darthut. Die langen farblosen Nadeln ebenfalls für Umwandlungsproducte zu halten, ist angesichts der mikroskopischen Verhältnisse eine unberechtigte Annahme. Am zahlreichsten führt diese Mikrolithe der Cordierit von Orijärfvi in Finnland und manche Vorkommnisse aus dem Gneiss bei Freiburg i. B.; seltener begegnet man ihnen im Cordierit von Bodenmais. — Anderen Cordieriten, wie denen von Steinach im Kinzigthale, fehlen die Nadeln ganz und statt ihrer treten tafelförmige, rechteckige Mikrolithe auf, die indessen auch bei starken Vergrösserungen aus parallelen Nadeln zusammengesetzt zu sein scheinen. Glimmer von graubrauner, selten grünlicher Farbe und oft deutlichen Krystallumrissen, ist häufig vorhanden; die Durchschnitte senkrecht zu c zeigen oft schwachen, aber doch deutlichen Dichroismus, sie können also nicht einem hexagonalen Glimmer angehören. Einzelne Glimmerblättchen sind oft von spiessigen Mikrolithen durchspickt. Neben dem Glimmer ist auch Hämatit, ganz gleich dem des Sonnensteins und des Carnallits, vorhanden, besonders schön im Bodenmaiser Cordierit. Es ist sehr wahrscheinlich, dass ein guter Theil der für Glimmer gehaltenen Blättchen (nemlich die nicht dichroitischen) dem Hämatit angehören. — Manche braune Blättchen zeigen unverkennbar quadratische Umrisse und dürften kaum auf Glimmer oder Hämatit gedeutet werden; an die tafelförmigen Interpositionen im Hypersthen, mit denen sie Lasaulx vergleicht (er hält sie Kosmann's Angaben zu Folge für Brookit), erinnern dieselben in meinen Dünnschliffen nicht. — Reihen und Wände feinster porenarti-

ger Interpositionen sind eine häufige Erscheinung in den Cordieriten; eine scharfe und sichere Deutung erlaubten mir dieselben bisher nicht. — Zu den interessantesten Einschlüssen überhaupt gehören die schönen Pleonast-Kryställchen, welche das Mikroskop im Cordierit entdecken lässt. Bei zu grosser Dicke des Schliffes schwarz undurchsichtig, können sie auf den ersten Blick mit Magnetit verwechselt werden; bei hinreichender Dünne werden sie schön grün durchsichtig. Am grössten sah ich sie im Cordierit von Freiburg, worin sie H. Fischer entdeckte, am schönsten in dem von Bodenmais, wo sie oft in grosser Anzahl, aber durchaus mikroskopischen Dimensionen neben einander liegen. Neben allen möglichen Durchschnitten durch das Octaeder sieht man auch winzigste, rundum ausgebildete Krystalle und kann an ihnen mit voller Bestimmtheit die Formen O; O . ∞O und O . mOm wahrnehmen. — Eine höchst eigenthümliche Erscheinung beobachtet man oft um diese, sowie um kleine Glimmerblättchen und Leistchen und andere, grünliche bis fast wasserhelle Kryställchen, die ich wegen stark verzerrter Formen kaum auf Pleonast zu deuten wage; dreht man nemlich bei Entfernung des Analysator den Polarisator, um den Dichroismus des Cordierites zu prüfen, so bemerkt man, dass um die genannten Interpositionen bei gewissen Stellungen ein prächtig gelber Hof auftritt, welcher bei dazu senkrechter Stellung spurlos verschwindet. Diese dichroitische Erscheinung ist von der des Cordierites durchaus unabhängig und wird wohl auf Rechnung eines nur so sich kundgebenden Pigmentes zu setzen sein. Bei keinem andern Minerale habe ich je etwas Analoges wahrgenommen.

Ausser den genannten primären Einschlüssen finden sich oft in grosser Menge secundäre, meistens faserige, selten blättrige und körnige Zersetzungsproducte von grünen, gelblichen und bräunlichen Farben, welche, von Rändern und Spalten ausgehend, stellenweise ganz den früheren Krystallraum des Cordierits erfüllen, so dass man eine dichte Umwandlungspseudomorphose vor sich hat. Schon ehe diese deutlich als solche erkennbaren, secundären Mineralaggregate auftreten, giebt sich die Zersetzung des Cordierit durch mattes Aussehen und Abnahme der Durchsichtigkeit kund.

Im durchfallenden Lichte erscheint der Cordierit wasserhell bis gelblich, blau und violett je nach der Lage des Schliffes zum Krystall. Seine Polarisationsfarben sind sehr lebhaft. Die Doppelbrechung ist nicht eben stark. Die optischen Axen liegen in einer Ebene parallel $\infty P\bar{\infty}$ und die Hauptaxe ist ihre negative Bissectrix; also $\breve{a} = b$, $\breve{b} = c$ und $\breve{c} = a$ (Fig. 85). Die Dispersion der Axen ist nie stark,

aber stets $\rho < v$. Der Winkel der optischen Axen schwankte in ziemlich weiten Grenzen selbst bei verschiedenen Krystallen desselben Fundorts und an verschiedenen Stellen desselben Krystalls. DesCloizeaux fand den wirklichen Axenwinkel für orangegelbe Strahlen AB = 70° 23′ beim Ceylonesischen, 77° 57′ beim Cordierit von Orijärfvi, 39° 32′ bei dem von Haddam, 84° 28′ bei dem von Bodenmais und bei einer andern Platte von dort 80° 7′ für rothe Strahlen. Der mittlere Brechungsexponent für gelb ist 1.54—1.56. Erhöhung der Temperatur vergrössert den Axenwinkel merklich.

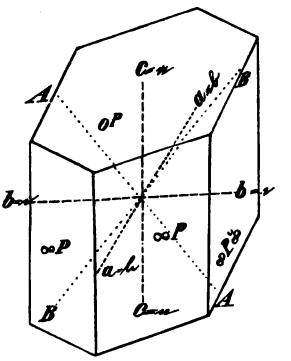


Fig. 85.

Bekannt ist der schöne Pleochroismus des Cordierits, wenn gleich nicht alle Vorkommnisse ihn in gleichem Grade zeigen. — Die Flächenfarben sind bei dem Bodenmaiser Cordierit nach Haidinger: oP blau, $\infty P\bar{\infty}$ blauweiss, $\infty P\breve{\infty}$ gelblichweiss. Die Axenfarben verschiedener von ihm untersuchter Krystalle waren folgende:

Fundort:	$\breve{a}$	$\bar{b}$	$\dot{c}$
Bodenmais	hellberlinerblau	dunkelberlinerblau	gelblichweiss
Bodenmais	graulichweiss	milchweiss	gelblich weingelbweiss
Orijärfvi	hellberlinerblau	dunkelberlinerblau	röthlichnelkenbraun
Arendal	pflaumenblau	violblau	röthlichnelkenbraun
Haddam	bläulichweiss	blassblau	gelblichweiss
Simiulak	dunkellederbraun	röthl.braun ins honiggelbe	rauchbräunlich.

Die Absorption für die verschiedenen Strahlen ist $\bar{b} > \breve{a} > \dot{c}$. — Im Dünnschliff ist der Dichroismus oft noch sehr deutlich, oft aber gar nicht wahrnehmbar, wie man schön an den Schliffen des Cordieritgranits von Bodenmais beobachtet, wo Körner von beiden oben angegebenen Varietäten neben einander vorkommen. — Die Absorptionsverschiedenheiten machen sich auch in ganz farblosen Dünnschliffen noch immer fühlbar. Bekanntlich ist die Absorption, zumal der tiefgefärbten Krystalle, eine so bedeutende, dass man sich zweier Platten parallel $\infty P\bar{\infty}$ wie einer Turmalinzange bedienen kann.

Säuren greifen den Cordierit im Dünnschliff nicht an.

Die Gesteine, worin Cordierit öfter vorzukommen pflegt, sind Granit und Gneiss besonders, dann auch Talkschiefer. Ferner wird Diorit genannt. Stellenweise findet er sich in den Auswürflingen des

Laacher Sees. GERHARD VOM RATH * beschreibt ihn aus einem quarzführenden Trachyt von Campiglia maritima, ein sehr auffallendes Vorkommniss; doch ist VOGELSANG ** der Ansicht, dieses Gestein sei als ein vulkanisches Conglomerat zu betrachten, was die Anwesenheit des Cordierites erklärlicher machen würde.

Anhang. Der Cordierit hat, wie der ihm in den basischen Eruptivgesteinen analoge Olivin, eine auffallende Neigung zur molekularen Umlagerung und man hat eine grosse Anzahl der verschiedenen Zersetzungsstadien desselben mit verschiedenen Namen belegt. Zu diesen gehören besonders der Aspasiolith, Chlorophyllit, Bonsdorffit, Esmarkit, Pinit, Oosit, Gigantolith, Fahlunit und Pyrargillit. Dieselben zeigen durchweg Aggregatpolarisation, wo sie nicht noch unangegriffene Cordieritkerne enthalten. Am verhältnissmässig frischesten fand ich den Pyrargillit aus Granit von Helsingfors, den Aspasiolith aus Gneiss von Krageröe und Bonsdorffit aus Granit von Åbo. In diesen treten auch die spiessigen Mikrolithe des Cordierites noch öfter auf. Seltener sind sie schon im Chlorophyllit von Haddam und sie fehlen gänzlich im Pinit von St. Pardoux und im Gigantolith des Gneisses von Tamela, sowie im Oosit. Die verschiedenen Aggregatzustände dieser Substanzen zu beschreiben, würde zu weit führen. Nur sei noch bemerkt, dass ich einen Fahlunit (grün) von Fahlun vollständig optisch einheitlich fand, während andere Stücke eine feinstkörnige Aggregatpolarisation zeigten. — Im Gneiss beim Jägerhäuschen unfern Freiburg i. B. bricht ein Pinit, welcher ebenfalls, im durchfallenden Lichte schön rothbraun durchsichtig, sich wie ein optisch einheitlicher Körper verhält. Solche Verhältnisse scheinen auf einen vom gewöhnlichen verschiedenen Verlauf der Metamorphose zu deuten. —

12. Talk.

Der Talk bildet in den Gesteinen blättrige und schuppige Aggregate oder einzelne krummflächige Schüppchen, deren Querschnitte gewunden faserig aussehen. Die Structur ist weitaus in den meisten Fällen feinschuppig, seltener gewahrt man bei starken Vergrösserungen, dass, wie beim Chlorit, die einzelnen Blättchen und Schüppchen aus parallel gewundenen Fäserchen bestehen. Oft sind die Blättchen am Rande zierlichst gefranst. Im Inneren der grösseren Blätter beobachtet man oft parallel oder divergent strahlige Aggregate und ein-

* Ztschrft. d. deutsch. geol. Ges. XVIII. 640. 1866.

** Philosophie der Geologie. Bonn 1867. pag. 143.

zelne Nadeln, die aber wohl nicht Talk, sondern mikroskopischer Tremolit sein dürften.

Reisst man vom grossblättrigen Talk des St. Gotthard ein Blättchen zur mikroskopischen Untersuchung ab, so zeigt dasselbe auf der Oberfläche zahlreiche, regellos verlaufende Striche, welche nur die Ränder der zerrissenen feinsten Blättchen sind; daneben sieht man im auffallenden, wie im durchfallenden Lichte, die prächtigsten NEWTON-schen Farbenringe in Folge der partiellen Lostrennung einzelner Blättchen. Als Interpositionen findet man in ihnen selten mikroskopische, wasserhelle Talklamellen von anscheinend genau hexagonalem Querschnitt ($\infty P . \infty P\breve{\infty} . oP$) und zahlreiche graubraune Lamellen von Magnesiaglimmer in der schärfsten Krystallumgrenzung, aber wirr durcheinander liegend. Auch solche mit gefransten, zackigen Rändern fehlen nicht und bei guter Einstellung des Mikroskops nimmt man oft sehr deutlich wahr, dass manches kleine Biotitlamellchen wieder aus zahlreicheren kleineren Blättchen desselben Minerals zusammengesetzt ist, die sich genau krystallographisch so orientirten, dass sie ein einziges grösseres Individuum bilden.

Die beiden optischen Axen des Talkes liegen in dem makrodiagonalen Hauptschnitt und die Hauptaxe ist ihre negative Bissectrix. Demnach ist $\breve{a} = b$, $\bar{b} = c$, $\dot{c} = a$. DESCLOIZEAUX bestimmte den Axenwinkel in Luft für rothe Strahlen zu AB = 17°—19° und für blaue Strahlen zu AB = 16°—17° 56′. Also sehr schwache Dispersion $\rho > \upsilon$. Erwärmung hat keinen Einfluss auf den Axenwinkel. Nach BREWSTER ist der wirkliche Axenwinkel 7° 24′. — Jedes Blättchen giebt die Interferenzfigur im Polarisationsapparat, aber wegen der schwachen Doppelbrechung fehlen die gesonderten Ringsysteme um jede Axe; man sieht nur ein von elliptischen Farbenringen umgebenes schwarzes Kreuz, welches sich bei Drehung des Präparats in die 45° Stellung in zwei Hyperbeln theilt, die nicht weit von einander abstehen. — Der Pleochroismus ist weder bei den weiss-, noch grün-durchsichtigen Blättchen unter dem Mikroskop bemerklich; ebensowenig beobachtet man Absorptionsunterschiede. Das kann oft zur Unterscheidung von chloritischen Substanzen führen, zumal in den Protogingesteinen.

Dass manche sogenannte Talkschiefer viel mehr Aktinolithschiefer sind, bemerkte FISCHER*; über das Vorkommen des Talkes in den Protoginen berichtete v. LASAULX,** doch scheint dieser Forscher manches chloritische Aggregat mit zum Talk gezählt zu haben.

---

* Kritische, mikrosk.-mineralog. Studien. Freiburg i. B. 1871. pag. 50.

** N. Jahrb. f. Mineralog. 1872. 823—826.

13. Muscovit.

Literatur.

Gustav Rose, Ueber die regelmässigen Verwachsungen der verschiedenen Glimmerarten etc. Monatsber. der Berl. Akad. d. Wiss. 1869. 19. April. 339. — Pogg. Ann. 1869. CXXXVIII. 177.

Max Bauer, Untersuchungen über den Glimmer und verwandte Mineralien. Pogg. Ann. 1869. CXXXVIII. 337.

Der zweiaxige Glimmer mit vorwiegendem Kaligehalt und grossem Axenwinkel, welchen man unter dem Namen Muscovit versteht, ist, zumal in den älteren krystallinischen Gesteinen, von weiter Verbreitung und bildet meistens tafelförmige Krystalloide. Ihre Durchschnitte sind der Hauptspaltungsfläche parallel unregelmässig polygonal oder krummlinig, senkrecht zu dieser Ebene getroffen, sieht man ihn in Gestalt schmaler, in Folge des blättrigen Baues feingestreifter Leisten. Die morphologischen Verhältnisse des Muscovites sind in den Dünnschliffen gewöhnlich nicht gut zu studiren und es ist für die meisten Fälle anzurathen, kleine Spaltungsblättchen abzutrennen und isolirt zu untersuchen. Dieselben zeigen dann meistens auf ihrer Oberfläche ein Wirrwarr feinster Linien und Newton'scher Farbenringe, welche als Grenzen der bei nicht ideal gelungener Spaltung zerrissenen Blättchen anzusehen sind. Daneben bemerkt man oft zwei hexagonale Strichsysteme, von denen das eine einer faserigen Spaltung parallel ∞P und $\infty P\breve{\infty}$, das andre einer weniger vollkommenen parallel $\infty P\breve{3}$ und $\breve{\infty}P\breve{\infty}$ entspricht. Wo diese natürlichen Streifensysteme fehlen, orientirt man sich krystallographisch durch die Reusch'sche Körnerprobe. Legt man nemlich ein Glimmerblättchen auf eine ebene, harte Unterlage von Holz, Glas oder eine weiche von Pappe (nur die Erfahrung kann lehren, welche im gegebenen Falle vorzuziehen sei), setzt die Spitze etwa einer Stopfnadel lose darauf und führt auf diese einen kurzen, leichten Schlag mit einem Hämmerchen, so entsteht um das Loch, wo die Nadel eindrang, ein dreiseitiger Stern (sechsseitig, wenn die Strahlen alle über den Durchschnittspunkt verlängert sind). Von den Strahlen geht der eine, welchen Reusch den charakteristischen Strahl nennt, der Brachydiagonale des Grundprismas und die beiden andern den Seiten desselben parallel und alle deuten eine Theilbarkeit nach diesen Richtungen an.

An Einschlüssen ist der Glimmer in der Regel arm. Wie früher schon erwähnt, fand Sorby in dem Glimmer der Granite Flüssigkeits-

* Pogg. Ann. CXXXVI, pag. 130 und 632. 1869.

interpositionen. Ich fand nur selten nadelförmige Mikrolithe von unbestimmbarer Natur, recht oft kleine Apatitnadeln, die ihn durchspickten, und wohl am häufigsten höchst zierliche Täfelchen und Fetzen von Hämatit, ganz identisch mit denen der Sonnensteine und anderer früher genannter Mineralien (s. Hämatit). Ganz besonders schön sind diese Einschlüsse im röthlichen Glimmer des Granits von Heidelberg, der ihnen auch seine Farbe verdankt. Regelmässige Verwachsungen dieser zwei Mineralien beschreibt G. Rose (l. c., cf. Hämatit). — Ebenso sind Einschlüsse von Magnesiaglimmer (Biotit) in Muscovit keine sehr seltene Erscheinung. In geringerer Menge und nach weniger constanten Gesetzen eingelagert, als G. Rose ihn von South Burgess, Grenville und West-Chester beschreibt (s. Biotit), fand ich ihn in den Muscoviten aus den grobkörnigen Graniten der unmittelbaren Umgebung von Rio de Janeiro, in dem Glimmer von Aschaffenburg und sehr spärlich in dem von Tharand. — Auch Magnetitkryställchen begegnet man vereinzelt. — Zu den unzweifelhaft secundären Infiltrationen gehören dendritische Bildungen, welche man häufig zwischen den Blättern schon mit der Loupe wahrnimmt. Dieselben folgen bisweilen auf einer vollkommensten Spaltungsfläche wieder genau den vertikalen Blätterdurchgängen und zwischen ihnen durch blicken dann reine Glimmerpartieen von oft so scharfer Begrenzung, dass man sie für interponirte Kryställchen halten würde, wenn nicht die absolute Gleichmässigkeit im Wechsel der optischen Phasen mit dem Glimmer sie als zu diesem gehörig erkennen liesse. —

Die Muscovite sind stets gut durchsichtig und haben meistens hellere Farben, als die Biotite. Nach der Lage ihrer optischen Constanten hat man sie in zwei Classen getheilt, in die Glimmer erster Art, bei denen die Ebene der optischen Axen in den makrodiagonalen und die Glimmer zweiter Art, bei denen sie in den brachydiagonalen Hauptschnitt fällt. Bei beiden Arten steht sie also senkrecht auf der vollkommensten Spaltungsrichtung und bei beiden ist ferner die Hauptaxe negative Bissectrix. Demnach ist bei denen der ersten Art $\breve{a} = b$, $\bar{b} = c$, $\dot{c} = a$ und bei denen der zweiten Art $\breve{a} = c$, $\bar{b} = b$, $\dot{c} = a$. Man hat nun vermittelst der Reusch'schen Schlagfiguren ein einfaches Mittel, die Lage der optischen Axen auch bei ganz regellos gestalteten Blättchen bestimmen zu können. Da nemlich der charakteristische Strahl γ (s. Fig. 86 und 87) stets parallel der Brachydiagonale ist, so ist bei den Glimmern der ersten Art (Fig. 86) die Ebene der optischen Axen (Verbindungslinie der Hyperbelcentra) senkrecht auf dem charakteristischen Strahl, bei denen der

zweiten Art parallel demselben (Fig. 87). — Der Winkel der optischen Axen schwankt in ausserordentlich weiten Grenzen, als deren Extreme man bei den Muscoviten etwa 45° und 75° ansehen kann. Eine starke

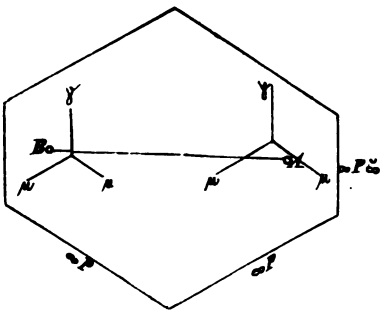


Fig. 86.

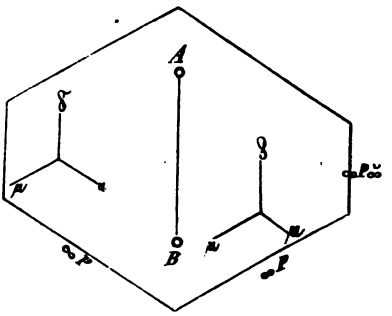


Fig. 87.

Erhöhung der Temperatur vermindert den Winkel AB. Die Dispersion ist verschieden stark bei verschiedenen Vorkommnissen, aber stets $\varrho > v$. — Der Muscovit bildet nicht selten Zwillinge nach ∞P, wobei die Hauptspaltung in beiden Individuen vollkommen gleichmässig fortsetzt. Diese Zwillinge sind nur im parallel polarisirten Lichte als solche zu erkennen; denn meistens fehlen die vertikalen Krystallflächen, aber selbst wenn sie da wären, würden ein- und ausspringende Winkel die Zwillingsbildung nicht verrathen, da, wie leicht einzusehen, bei dem Prismenwinkel von 120° die nach einer Fläche von ∞P verwachsenen Individuen auch eine Fläche $\infty P\breve{3}$ gemeinschaftlich haben müssen und ein $\infty P\breve{\infty}$ des einen parallel einer Fläche $\infty P\breve{3}$ des andern, sowie umgekehrt ein $\infty P\breve{\infty}$ des einen parallel einer Fläche ∞P des andern werden muss. Aus denselben Gründen gehen die Strahlen der Schlagfigur in einem Individuum parallel denen der Schlagfigur im andern. Im parallel polarisirten Lichte aber müssen die beiden Individuen, da die in ihren Ebenen liegenden Elasticitätsaxen im Allgemeinen verschiedene Winkel mit dem optischen Hauptschnitt des Polarisator machen, trotz gleicher Dicke des Präparats verschiedene Intensität der Polarisationsfarbe zeigen. Ferner müssen, wenn der Glimmer im convergenten polarisirten Lichte untersucht wird, die Ebenen der optischen Axen beider Individuen unter 60° zu einander geneigt sein. —

Es findet sich auch beim Muscovit bisweilen, dass die übereinander liegenden Blättchen optisch verschieden orientirt sind und das kann oft im Polarisationsmikroskop Veranlassung geben, dass ein solcher Glimmer in keiner Horizontallage dunkel wird, da ja niemals in allen

übereinliegenden Blättchen zu gleicher Zeit die Hauptschwingungsebenen mit denen des Polarisator und Analysator zusammenfallen können. Einen sehr interessanten Fall der Art beschreibt Max Bauer von Schönmünzach im Murgthal (l. c. 355), wobei noch überdiess die einzelnen Lamellen theils einfach, theils Zwillinge oder Drillinge waren; und es ergab sich das sonderbare Verhältniss, dass in jeder einfachen Lamelle die Ebene der optischen Axen mit der in einem der Drillingsindividuen coïncidirte.

Der Dichroismus ist von sehr verschiedener Stärke je nach der Farbe des Glimmers. Sehr verschiedene Farben werden nur selten beobachtet, meistens hat man nur hellere und dunklere Töne derselben Farbe bei Drehung des Polarisator, also mehr eine gleichmässig stärkere oder schwächere Absorption für die Strahlen aller Farben des durchgehenden Lichtes. Im Dünnschliff ist die Absorption und der Dichroismus meistens gut zu beobachten, wenn man Durchschnitte parallel c hat, dagegen oft kaum wahrnehmbar, wenn der Schliff senkrecht zu c traf.

Diejenigen Glimmer, welche gesetzmässig unter Winkeln von 60° und 120°, resp. 30° und 150° orientirte Interpositionen haben (wohl meistens Biotit und Hämatit) zeigen den von Gustav Rose* am Glimmer von South-Burgess beschriebenen, schönen sechsstrahligen Asterismus, wobei oft noch zwischen den 6 grossen Strahlen ebenso viele kleinere sichtbar werden. Man kann denselben auch bei kleineren Blättchen sehr schön beobachten, wenn man durch sie nach Abnahme des Oculars und Einsetzung eines Objectivs mit kleiner Linse in den Tubus des Mikroskops sieht, wie dieses bei Granat beschrieben wurde.

Oft recht schwierig ist die mikroskopische Trennung von Muscovit und Biotit im Dünnschliff. Da man nie durchaus sicher sein kann, dass die Blättchen so genau horizontal liegen, dass ihre optische Axe, resp. Bissectrix mit der Richtung der durchgehenden Strahlen zusammenfalle, so kann man bei Schnitten parallel oP auf das Nichtdunkelbleiben bei einer vollen Horizontaldrehung oder die Störung der Calcitinterferenzfigur im Stauromikroskop zwischen gekreuzten Nicols keinen grossen Werth legen. Schnitte, die schräg oder parallel zu c liegen, verhalten sich selbstverständlich bei beiden Mineralien optisch gleich, doch pflegt die Absorption bei Biotit weit stärker zu sein. Theoretisch müssen allerdings Blättchen parallel oP beim Muscovit Dichroismus zeigen und beim Biotit nicht. Aber praktisch ist auch dieser Unter-

---

* Monatsber. d. Berl. Akad. d. Wiss. 1862. Oct. 30. — und N. Jahrb. f. Min. 1863. 91.

schied nicht zu verwerthen, wenn der Dichroismus, wie es meistens der Fall zu sein pflegt, nicht eben stark ist.

Wenn irgend möglich, sollten daher Spaltungsblättchen wenigstens im NÖRREMBERG'schen Apparat auf ihr Axenbild untersucht werden, sobald man nicht in der Lage ist, die DOVE'sche Probe (cf. pag. 106 und 107) mit ihnen vorzunehmen. — Säuren greifen den Muscovit im Dünnschliff, wie es scheint, nicht an. —

Der Muscovit ist bekanntlich ausserordentlich verbreitet in den krystallinischen Schiefern, im Gneiss und den granitischen und porphyrischen Gesteinen; auch in Dioriten und verwandten Felsarten ist er ziemlich häufig. Dass er nicht gänzlich in den jüngeren Eruptivgesteinen fehlt, wie man früher annahm, haben neuere Untersuchungen dargethan. So fand ihn A. v. LASAULX* in den Laven von Volvic und Pariou, FUCHS** in Vesuvlaven, wo nach seinen Angaben die braunen Blätter nach dem Centrum hin sich oft vollständig bleichen und zugleich deutlichen Dichroismus zeigen.

Anhang. Wenn es schon schwer ist, den zweiaxigen Muscovit vom einaxigen Biotit unter dem Mikroskop zu unterscheiden, so ist die Trennung des Muscovites von den Lithionglimmern, Phlogopiten u. s. w. noch viel schwieriger, ja oft ganz unmöglich und die chemische Untersuchung allein kann Gewissheit ertheilen. Es mögen daher diese Species hier auch nur kurz erwähnt und zumal ihre optischen Unterschiede betont werden.

Der Lepidolith, welcher bisweilen den Muscovit im Granit zu vertreten scheint, ist theils erster, theils, und wie es scheint häufiger, zweiter Art. G. ROSE (l. c.) glaubt annehmen zu können, dass die ersten unter Röthen der Flamme v. d. L. zu einem blasigen, kalt schneeweissen Glase schmelzen, die letzten dagegen zu einem grauen, mehr oder weniger stark magnetischen Glase, so dass die eisenfreien Lepidolithe erster Art, die eisenhaltigen zweiter Art wären. — Auf der vollkommensten Spaltungsfläche nimmt man oft eine Streifung wahr, welche senkrecht auf den Rändern der sechsseitigen Tafel steht. Ihr Axenwinkel ist meistens sehr gross. G. ROSE (l. c.) beschreibt parallele Umwachsungen des Muscovites erster Art durch den Lepidolith aus dem Granit von Schaitansk.

Die Phlogopite, zu denen man die magnesiareichen, optisch zweiaxigen Glimmer rechnet, haben gewöhnlich dunklere Farben, dem-

---

* N. Jahrb. f. Mineral. 1869. 179.

** N. Jahrb. f. Mineral. 1869. 842.

gemäss stärkeren Dichroismus und auch durch Drehung des Polarisator deutlich erkennbare Absorption. Ihre optischen Axen bilden einen kleinen Winkel, dessen Grösse zwischen 0^0 und 20^0 schwankt. Bald ist die Dispersion $\rho > v$, bald $\rho < v$, ohne dass dieser Unterschied in einem constanten Zusammenhange mit der Lage der Ebene der optischen Axen in $\infty P\bar{\infty}$ oder $\infty P\breve{\infty}$ stände.. — Das Verbreitungsgebiet derselben scheint ein kleineres zu sein, als das der Muscovite; doch kann dieses auch für die in den Gesteinen eingewachsenen Vorkommnisse daher rühren, dass eingehende Untersuchungen ad hoc noch zu spärlich gemacht wurden. —

Der Margarit oder Perlglimmer ist ein weisser Kalkglimmer, welcher am Greiner mit Kliuochlor, bei Sterzing mit Disthen vorkommt. Er hat starke Doppelbrechung und ist optisch identisch mit dem Muscovit. Der Axenwinkel schwankt ausserordentlich. GRAILICH fand AB in Luft $= 100^0$ und eine merkliche Dispersion $\rho > v$. DESCLOIZEAUX dagegen giebt an, dass die Axen im Margarit von Sterzing fast zusammenfallen. Bei den Blättchen vom Greiner, die ich untersuchte, blieben die Hyperbeln noch eben im Gesichtsfelde des NÖRREMBERG'schen Apparates. Die Schlagfigur war nicht sehr prägnant, die Blättchen auch ziemlich klein, doch schienen die Axen im makrodiagonalen Hauptschnitt zu liegen, was auch DANA angiebt (cf. A System of Mineralogy. 1868. 506).

Der Astrophyllit bildet goldgelbe bis braune, in der Richtung der Brachydiagonale stark verzerrte Blättchen im Feldspath des Zirkonsyenit von Brevig. Merkwürdig ist die Abweichung in optischer Beziehung, die der Astrophyllit gegenüber allen andern Glimmern zeigt. Er ist nemlich optisch positiv; die Ebene seiner Axen liegt im brachydiagonalen Hauptschnitt und $\breve{a}$ ist ihre Bissectrix, die Hauptaxe dagegen ist optische Normale. Also $\breve{a} = c$, $\bar{b} = b$, $\dot{c} = a$. Der Winkel der optischen Axen wechselt sehr; durch oP betrachtet (also der stumpfe Axenwinkel), ergab er sich in Oel zu 118^0—124^0. In Luft beobachtet treten die Axen nicht mehr im Gesichtsfelde des NÖRREMBERG'schen Apparates aus. Die Dispersion ist sehr schwach und $\rho < v$. Der Dichroismus ist deutlich; grüngelb, wenn die kurze Diagonale des Polarisator parallel a, braun, wenn sie parallel b gestellt wird. Die Absorption ist im zweiten Fall am stärksten.

14. Topas.

Literatur.

Dav. Brewster, Ueber eine merkwürdige, mit Flüssigkeit gefüllte Höhlung in Topas. Pogg. Ann. XCI. 607. 1854. Phil. Mag. Ser. IV, vol. X. 233.

Dav. Brewster, On crystals in the cavities of Topaz, which are dissolved by heat and recrystallize on cooling. Edinb. New. Phil. Journ. by Jameson XXXVIII. 386. 1845.

Dav. Brewster, On the modification of the doubly refracting and physical stucture of Topaz by elastic forces, emanating from minute cavities. Philos. Mag. and Journal of science XXXI, 101. London 1847 und Transact. of the Royal Soc. of Edinb. XVI. p. I. 7.

Dav. Brewster, On the existence of crystals etc. Lond., Edinb. and Dubl. Phil. Mag. and Journ. of Science XXXI, 497. 1847.

Dav. Brewster, On the distribution of the colouring matter and on certain peculiarities in the structure and optical properties of the Brazilian Topaz. Transactions of the Cambridge Phil. Soc. 1822.

H. Vogelsang, Ueber die Natur der Flüssigkeitseinschlüsse in gewissen Mineralien, Pogg. Ann. CXXXVII, 66—69. 1869.

Die Bedeutung des Topases für die Petrographie ist nicht gross, da er bisher nur an einer Stelle der Erde als gesteinsbildendes Mineral auftrat, nemlich am Schneckenstein bei Auerbach im sächsischen Voigtlande. — In hohem Grade aber fesselt der Topas die Aufmerksamkeit des Mikroskopikers wegen seiner interessanten Interpositionen. Was darüber von früheren Forschern an den brasilianischen Geröllen beobachtet wurde, ist bereits oben (pag. 37 sqq.) mitgetheilt worden und ich beschränke mich hier darauf, die Mikrostructur des Schneckensteiner Topases zu besprechen, wie man sie bequem an Spaltungslamellen studiren kann. Während manche derselben von idealer Reinheit sind, wimmeln andere zumal nach den Rändern hin von fremden Einschlüssen. Unter den festen Interpositionen fallen zuerst zierliche, aber seltene Täfelchen von roth durchscheinendem Hämatit und grössere graubraune Blätter desselben Minerals auf. Daneben finden sich vollkommen opake schwarze Putzen, Körner und Lamellen, die hie und da an ihren feinen Rändern bräunlich durchscheinen; dennoch möchte ich sie nicht mit dem ähnlichen Hämatit identificiren, da ich niemals irgend welchen Metallglanz an ihnen beobachtete. Stellenweise sinken diese schwarzen bis braunen Einlagerungen zu grosser Dünne herab und gleichen einem sehr ebenmässig vertheilten Pigment. Man denkt unwillkührlich an kohlige Substanzen, aber dagegen spricht der Umstand, dass ein Glühen der Lamellen sie unverändert liess.

In ganz ungeheurer Menge beherbergen die Schneckensteiner Topase

aber Flüssigkeitseinschlüsse, theils von der Gestalt rhombischer Tafeln mit dem Prismenwinkel des Wirthes, theils von rundlicher, und unregelmässiger, oft sehr bizarrer Form. Fast ausnahmslos enthalten diese Flüssigkeitseinschlüsse eine Libelle. Dieselbe zeigte mir niemals eine spontane Bewegung und nur selten, aber dann sehr deutlich, trat bei Temperaturveränderungen eine Ortsveränderung ein. Bei keinen der zahllosen untersuchten Einschlüsse konnte ich eine Volumveränderung oder Zunahme der meistens sehr grossen Libellen beobachten, auch wenn bis zum Kochen des Canadabalsams erhitzt wurde. Das Fluidum ist also mit Sicherheit keine liquide Kohlensäure, sondern höchst wahrscheinlich Wasser oder eine wässerige Salzlösung. Sehr viele dieser Flüssigkeitseinschlüsse enthalten nun ausser der Libelle, oft weit von ihr entfernt, oft unmittelbar neben ihr, so dass ihre runde Gestalt dadurch beeinträchtigt wird, krystallinische Ausscheidungen (cf. Fig. 88). Unter diesen sind Würfel, wie sie ZIRKEL im Quarz

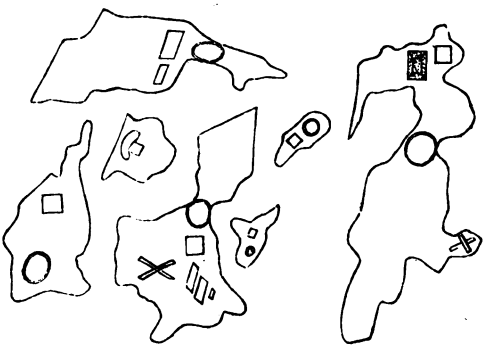


Fig. 88.

beschrieben hat (s. diesen), am häufigsten. Die höchst zierlichen, vollkommen wasserhellen Kryställchen liegen ausnahmslos auf einer Fläche auf und sind unbeweglich. Als ich das Präparat bis über 100° C. erwärmte, begannen ihre scharfen Kanten und Ecken zu verschwinden, sie lösten sich auf; sobald die Temperatur wieder abnahm, bildeten sie sich bald zu der vorherigen Vollkommenheit der Formen aus. Auch eine totale Lösung, welche in einem Präparate mit Schwierigkeit durchgesetzt wurde, verhinderte ihr Wiederauskrystallisiren bei Abkühlung nicht. Ob auch diese Würfelchen, wie die in den Flüssigkeitseinschlüssen des Quarzes, Kochsalz sind, lässt sich nicht entscheiden; der Umstand, dass sie sich bei stark erhöhter Temperatur lösen und bei sinkender sofort wieder auskrystallisiren, dürfte kaum für diese Annahme sprechen, da die Löslichkeit des NaCl in Wasser bekanntlich

bei allen Temperaturen ziemlich dieselbe ist. Wasser löst nemlich bei 0° C. 35.3, bei 50° C. 37.5, bei 100° C. 39.6 und bei 110° C. 40.3 Procent auf. Man könnte bei diesen Würfelchen in den Flüssigkeitseinschlüssen vielleicht auch an Flussspath denken, da der Fluorgehalt des Topases die Gegenwart dieses Stoffes in den Lösungen, woraus er sich bildete, wahrscheinlich macht. — Ausser diesen Würfeln liegen nun noch in den Flüssigkeitseinschlüssen bisweilen farblose, rhombische Krystalle und hie und da lang nadelförmige Mikrolithe, stets zu mehreren nebeneinander und oft sich kreuzend, wie nach einem Zwillingsgesetz. — Endlich beobachtete ich darin, aber nur einmal (s. Fig. 88 schraffirt) neben einem wasserhellen Würfel einen rothbraunen Krystall von rhombischen oder quadratischen Formen P . oP. — Alle diese Ausscheidungen lösten sich bei keiner Erhöhung der Temperatur in dem Fluidum des Einschlusses auf. — Sämmtliche besprochene Phänomene nimmt man schon bei einer 300fachen und selbst noch geringeren (120fachen) Vergrösserung aufs Schönste wahr und daher eignet sich der Schneckensteiner Topas, wie kein anderes Mineral zu mikroskopischen Demonstrationsobjecten für die genannten Erscheinungen bei Vorlesungen.

Die Doppelbrechung des Topas ist kräftig. Die optischen Axen liegen im brachydiagonalen Hauptschnitt und $\dot{c}$ ist ihre positive Bissectrix. Demnach ist $\breve{a} = a$, $\bar{b} = b$, $\dot{c} = c$. Der Winkel der optischen Axen ist ausserordentlich variabel bei Krystallen von verschiedenen Fundorten und oft sogar bei verschiedenen Lamellen desselben Krystalls. DesCloizeaux bestimmte an einem wasserhellen Topas aus Brasilien für gelbes Licht AB = 120° 40′ in Luft, was einem wirklichen Axenwinkel von 65° entspricht. An einem andern farblosen Krystall desselben Fundortes war AB = 130° 50′ für rothe Strahlen und = 112° 27′ für blaue in Luft. Bei gelben Krystallen von dort war für gelbes Licht AB = 72°; 81° 30′; 90° ebenfalls in Luft. Bei den Schneckensteiner Topasen fand er in Luft für rothe Strahlen AB = 114° 13′, für grüne AB = 113° 38′. An einem lichtrosenrothen Krystall von Mugla in Natolien war AB = 71° 32′ für rothe, 71° 13′ für gelbe und = 68° 56′ für blaue Strahlen in Luft. Erhöhung der Temperatur vergrössert den optischen Axenwinkel vorübergehend. Dispersion $\varrho > v$.

Eigenthümliche Verwachsungserscheinungen zeigen die gelben, brasilianischen Topase bisweilen; um einen centralen Krystall von rhombischem Durchschnitt haben sich vier peripherische von trapezischem Durchschnitt gelegt, deren Grenzen mit dem brachydiagonalen und makrodiagonalen Hauptschnitt des centralen Individuums zusammen-

fallen. Dabei liegen die optischen Axenebenen der peripherischen Individuen beiderseits symmetrisch zu der des Kernkrystalls, geneigt unter einem Winkel von 10^0—20^0.

Der Pleochroismus ist nicht stark; man sieht nur verschiedene hellere und dunklere Nüancen derselben Färbung; auch die Absorptionsunterschiede sind nicht gross. Beide Erscheinungen sind in mikroskopischen Präparaten nicht mehr wahrnehmbar. — Der mittlere Brechungsexponent ist $\mu = 1.61$—1.65.

Von dem skandinavischen Physalith hatte ich noch keine Gelegenheit, mikroskopische Präparate zu untersuchen. — Die Herstellung von Schliffen des Pyknites scheiterte stets an der Bröckligkeit dieser Substanz und Splitter erwiesen sich nicht hinreichend durchsichtig, um sichere Untersuchungsobjecte zu geben.

Stets sind es granitische Gesteine oder Gneiss und krystallinische Schiefer, welche die ursprüngliche Lagerstätte des Topas und der beiden genannten, mit ihm chemisch und morphologisch identischen Mineralien bilden.

15. Natrolith.

Der Natrolith findet sich nicht als ursprünglicher Gemengtheil der Gesteinsmassen, wohl aber begegnet man ihm, zumal in nephelin- und eläolithhaltigen Gesteinen als Zersetzungsproduct, oft auf Spalten und Hohlräumen, seltener mitten im compacten Gestein. Die krystallinischen Aggregate desselben haben fast ausnahmslos eine radialstrahlige Structur. Wo sie sich in Spalten bildeten, schiessen sie von beiden Seiten an und sind dann in der Mitte mit ihren Spitzen in einer Zickzacklinie verzahnt. Innerhalb der festen Gesteine bilden sie rundliche Massen mit der gleichen Structur und zeigen dann oft jene oben auf pag. 51 und 52 beschriebenen Aggregat-Interferenzbilder. In solchen Fällen trifft man auch wohl noch im Natrolith dieselben mikrolithischen Interpositionen, die ihr Muttermineral enthielt, wie ich an Natrolithknollen im Nephelinit des Katzenbuckels* beschrieb. — Endlich sind in phonolithischen Gesteinen und im Nephelinit oft grössere Nephelin-Krystalle gänzlich in ein Gewirr von Natrolithnadeln umgewandelt, wie das der Phonolith von Oberschaffhausen am Kaiserstuhl besonders schön zeigt.

Der Natrolith ist schwach doppeltbrechend, wasserhell durchsichtig und polarisirt lebhaft; nur die bekannten gelben Vorkommnisse des Hegau werden selbst in sehr dünnen Präparaten kaum durchscheinend.

---

* Der Nephelinit vom Katzenbuckel. Freiburg i. B. 1869. 74.

Die optischen Axen liegen im brachydiagonalen Hauptschnitt und die vertikale Axe ist ihre positive Bissectrix, demnach $\breve{a} = a$, $\bar{b} = b$, $\dot{c} = c$. Die Dispersion ist deutlich $\rho < v$. An Mesotyp der Auvergne mass DESCLOIZEAUX den Winkel der rothen Axen zu AB = 96° und den der blauen = 98° 20′ in Luft. An Brevicit fand er in Luft AB = 95° 12′ für roth und 96° 11′ für gelb. Den kleinsten Axenwinkel gab ein andrer Krystall aus der Auvergne mit AB = 93° 28′ für rothes und 95° 41′ für blaues Licht in Luft. Die Hauptbrechungsexponenten für rothe Strahlen sind 1.4887, 1.4797 und 1.4768. Erwärmung vermindert den Axenwinkel ein wenig. — Salzsäure giebt auch im Dünnschliff mit Natrolith eine Gallerte.

16. Prehnit.

Der Prehnit findet sich nicht innerhalb der festen, ursprünglichen, Gesteinsmassen, sondern in Form von sehr feinblättrigen bis körnigen Aggregaten als secundäre Ausfüllungsmasse von grösseren und kleineren Klüften und Hohlräumen meistens in Hornblendegesteinen, Dioriten und Mandelsteinen. Die Structur der Aggregate ist bald gröber, bald feiner; die grösseren Individuen zeigen oft eine der basischen Spaltung entsprechende Streifung. Sonst ist der Prehnit mikroskopisch schlecht charakterisirt; zumal manchen Saussuriten und Quarzaggregaten gleicht der Prehnit im Dünnschliffe sehr. Auch die vielfarbigen Ränder der Quarzkörner kehren hier wieder, wenngleich nicht in derselben reinen Farbenpracht.

Der Prehnit ist weisslich, grau, gelblich oder grünlich durchsichtig und besitzt starke Doppelbrechung. Nach DESCLOIZEAUX's Untersuchungen liegen die optischen Axen gewöhnlich im Brachypinakoid und die Hauptaxe ist positive Bissectrix, demnach $\breve{a} = a$, $\bar{b} = b$, $\dot{c} = c$. Der Axenwinkel wechselt sehr, sogar an verschiedenen Stellen einer und derselben Platte. Am Prehnit aus dem Dauphiné fand DESCLOIZEAUX für rothes Licht den Winkel in Oel zu AB = 74° 29′—76° 7′ mit einer schwachen Dispersion $\rho > v$. Beim Kupholith der Pyrenäen war AB = 73° 43′—74° 42′ in Oel und $\rho < v$ deutlich. Ganz abweichend fand er die Axen bei dem Prehnit von Farmington in Connecticut im Makropinakoid und den Axenwinkel bedeutend kleiner, zugleich eine starke Dispersion $\rho > v$. Die Krystalle sind Drillinge mit unregelmässig verlaufenden Verwachsungsflächen. — Pleochroismus und Absorption sind unter dem Mikroskope nicht bemerklich.

Klinorhombisches Krystallsystem.

Im klinorhombischen Krystallsystem variiren die Durchschnitte der Individuen je nach der Species, zu welcher sie gehören, in mannichfaltiger Weise, so dass sich keine allgemein gültigen, constanten Beziehungen zwischen der Gestalt des Durchschnitts und dem optischen Verhalten desselben angeben lassen. Von den drei Hauptschwingungsrichtungen oder Elasticitätsaxen $a > b > c$ fällt nur noch eine mit der krystallographischen Orthoaxe b zusammen; die beiden andern liegen entweder in der Symmetrieebene ($\infty P\breve{\infty}$) oder in einer zu dieser senkrechten Schiefendebene, welche im Sinne von oP oder + $P\breve{\infty}$ geneigt sein kann. Je nach der Lage der Elasticitätsaxen liegen auch die optischen Axen entweder in $\infty P\breve{\infty}$ oder einer dazu normalen Ebene. Zur genauen optischen Bestimmung gehören im ersten Fall, wo ausnahmslos die Orthoaxe zugleich Axe der mittleren Elasticität ist ($b = b$), folgende Grössen: der Winkel, welchen die Bissectrix mit der Hauptaxe macht und die Neigung der optischen Axen zu einander und zu der Hauptaxe. Im zweiten Fall (normalsymmetrische Lage) muss man wissen, ob die Orthoaxe Bissectrix oder optische Normale ist, ferner wie gross die Neigung der optischen Axen zu einander ist, und unter welchem Winkel die Ebene der optischen Axen nach hinten oder nach vorn zu der Hauptaxe geneigt ist. — Diejenige Elasticitätsaxe, welche mit der Orthoaxe zusammenfällt, kann keine Dispersion erleiden; wohl aber findet sich eine solche bei den andern zwei Elasticitätsaxen, so dass im strengsten Sinne nicht mehr eine, sondern viele Bissectricen vorhanden sind. Die Art der Dispersion wechselt nach der Lage der optischen Axen und bei normalsymmetrischer Lage nach der Richtung der Bissectrix; für die Détails cf. pag. 65 und 93—95.

Bei der Untersuchung zwischen gekreuzten Nicols, resp. im Stauromikroskop, tritt nicht für den Parallelismus jeder Krystallaxe mit der Schwingungsebene des Polarisator Dunkel oder die ungestörte Interferenzfigur der Calcitplatte ein, sondern nur dann, wenn die Ortho-

axe parallel dieser Richtung ist oder senkrecht darauf steht. Sonst wird bei dem Eintreten der genannten Phänomene eine Neigung zwischen den Nicolhauptschnitten und den beiden andern Axen herrschen, deren Richtung und Grösse von der Lage der optischen Constanten in der untersuchten Species und der Schnittrichtung des Dünnschliffs abhängt. — Die Herstellung von Präparaten zur Untersuchung der Axenbilder ist meistens schwieriger, als bei den optisch einaxigen und den rhombischen Mineralien, weil für gewöhnlich die Richtung der Bissectrix nicht mit einer Krystallaxe zusammenfällt.

1. Augit.

Literatur.

Ferd. Zirkel, Untersuchungen über die mikrosk. Zusammensetzung und Structur der Basaltgesteine. Bonn 1870. 8—28.

G. Tschermak, Ueber Pyroxen und Amphibol. Mineral. Mittheilungen. 1871. I, pag. 28 sqq.

G. Tschermak, Mikroskop. Unterscheidung der Mineral. aus der Augit-, Amphibol- und Biotitgruppe. Sitzber. d. Wien. Akad. d. Wiss. LIX. 1. Abthlg. Mai 1869.

H. Rosenbusch, Der Nephelinit vom Katzenbuckel. Freiburg i. B. 1869. 31 sqq.

Der Augit findet sich in den Gesteinen entweder als Krystall oder krystallinisch körnig. Im ersten Falle zeigt er mit grosser Constanz die bekannte aus $\infty P . \infty P\breve{\infty} . \infty P\breve{\infty} . P$ combinirte Gestalt und seine Durchschnitte sind demgemäss senkrecht zu c achteckig, wie in Fig. 89 a, parallel $\infty P\breve{\infty}$ sechseckig, wie Fig. 89 b, parallel $\infty P\breve{\infty}$ viereckig, wie Fig. 89 c und schräg gegen diese beiden Flächen, wie Fig. 89 d. Selbst-

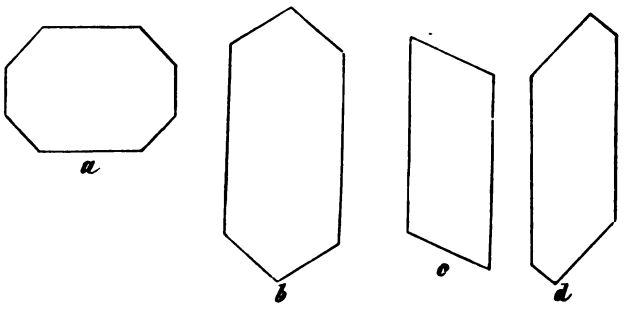


Fig. 89.

verständlich variiren die Winkel der Durchschnitte je nach ihrer Neigung zu den genannten Hauptschnitten und die Durchschnitte können ganz andere Gestalten annehmen, wenn sie nicht den ganzen Krystall, sondern nur einzelne Ecken oder Kanten trafen. Die unvollkommene Spaltung des

Augites nach ∞P wird durch rauhe, nicht scharf und geradlinig verlaufende, oft wellig gebogene und in mannichfacher Weise anastomosirende Linien im Dünnschliff angedeutet und charakterisirt dieses Mineral recht gut gegenüber der Hornblende, deren vollkommene prismatische Spaltung in scharfen, geraden Rissen ihren mikroskopischen Ausdruck findet. — Diejenigen Augite, welche auch makroskopisch muschligen Bruch zeigen und oft neben den späthigen vorkommen (sehr schön bei Ihringen am Kaiserstuhl), haben keine mikroskopischen Spaltenanastomosen; dieser Umstand, ihre grössere Härte und dadurch bedingte körnige Schliffoberfläche, ihre unregelmässigen Sprünge und ihre helleren Farben bei durchfallendem Lichte können sie mit Olivin verwechseln lassen, von dem sie aber die Lage ihrer Elasticitätsaxen leicht unterscheidet. — Die Krystalle liegen entweder einzeln oder zu mehreren gruppirt im Gestein. Besonders häufig sind knäuelartige Durchwachsungen, wobei die einzelnen Individuen in verschiedenen Ebenen liegen, und diese Verwachsung giebt sich natürlich im polarisirten Lichte durch verschiedene Färbung der einzelnen Theile kund, deren Hauptschwingungsrichtungen ja verschieden gegen den Hauptschnitt des Polarisator geneigt sind, selbst wenn die äusseren Umrisse einheitlich aussehen sollten, indem etwa mehrere kleine Individuen mit einem grossen verwuchsen. Ebenso begegnet man öfters Juxtapositionen mehrerer Krystalle nach dem Klinopinakoid und endlich sind die bekannten Zwillinge nach ∞P∞ auch unter den mikroskopischen Individuen weit verbreitet. Dabei macht man oft im parallel polarisirten Lichte (ohne dieses lassen sich die Zwillinge meistens gar nicht als solche erkennen) die Beobachtung, dass zwischen den beiden extremen grösseren Hälften mehrere sehr zarte Lamellen in Zwillingsstellung interponirt sind, die sich dann schön complementär (grün und roth) gefärbt zwischen gekreuzten Nicols von einander abheben. — Ausserordentlich häufig und schon von Wedding* beobachtet sind polysomatische Krystalle, d. h. Individuen mit Schalenstructur. Dabei ist der Kernkrystall meistens genau so krystallographisch begrenzt, wie jede der um ihn gelagerten Schalen und nur die verschiedene Färbung lässt die genannte Structur deutlich erkennen. Oft aber auch ist der Kern weniger scharf polygonal, mehr körnig (cf. Fig. 51, Taf. IX) und nur die äusseren Schalen haben strenge Krystallgestalt; noch seltener sieht man die schon von Rütschly** beobachtete Erscheinung, dass einzelne der concentrischen Schalen im Durchschnitt Flächen zeigen, welche der äussersten Hülle

* Ztschrft. d. d. geol. Ges. X. 380. 1858.

** N. Jahrb. f. Mineral. 1867. 700.

fehlen. Alles das spricht für ein periodisch unterbrochenes Wachsthum und man sieht ja auch bei künstlich gezogenen Krystallen, dass sie im Laufe ihrer Bildung Flächen wieder verwachsen, welche sich in einem früheren Stadium ihrer Entwicklung angesetzt hatten. Ob auch den einzelnen verschieden gefärbten Schalen eine verschiedene chemische Constitution zukomme, etwa in der einen Schale eine andere Molekülgruppe vorwiege als in der andern, das ist bislang zwar nicht erwiesen, scheint mir aber sehr wahrscheinlich zu sein. Die Zahl der concentrischen Schalen wechselt sehr; von dem einfachsten Falle, Kern und Hülle, giebt es alle Uebergänge zu solchen, die aus zahllosen concentrischen Schalen bestehen. Meistens sind die inneren Theile grün, die äusseren braun gefärbt, doch findet sich auch, wenn gleich seltener der umgekehrte Fall. — Sehr spärlich (ziemlich häufig in den basaltischen Gesteinen des Kaiserstuhls) erweisen sich auch die Zwillinge als aus zwei verschieden gefärbten Hälften bestehend. Dagegen hindert die Zwillingsbildung die Schalenstructur keineswegs, sondern es setzen die verschieden gefärbten Zonen durch beide Theile ganz gleichmässig fort und liefern so den augenscheinlichen Beweis, dass die Zwillinge nicht etwa durch Aneinanderlegung zweier, schon mehr oder weniger fertigen Individuen entstehen, sondern dadurch, dass von vornherein die krystallbildenden Molecüle sich nach dem Zwillingsgesetze gruppiren. Den Fall, dass ein Zwillingskernkrystall von einem einfachen Krystall umhüllt werde, habe ich nie beobachtet; ebensowenig den umgekehrten Fall. — Die Grösse der Augitindividuen schwankt in sehr weiten Grenzen und sinkt zu den winzigsten mikroskopischen Dimensionen herab, so dass man auch nach feinster Pulverung des Gesteins noch Stäubchen findet, die ringsum ausgebildete Augit-Kryställchen sind.

Zerbrechungen von Augitkrystallen mit Verschiebung der Theile zu einander sind häufig, ja in manchen Gesteinen begegnet man fast ausschliesslich Krystallfragmenten. Auch dringt oft ohne eigentliche Zerbrechung die Gesteinsgrundmasse buchtenartig tief in den Krystall ein, oder wird ganz davon umschlossen, wie Fuchs* z. B. an dem Augite der Vesuvlaven dieses beschreibt und abbildet. Auch finden sich nicht selten Individuen, die nur nach einem Pole hin normal ausgebildet, nach dem andern Pol der Hauptaxe ruinenartig und zackig enden; solche Formen entstehen wohl durch streng parallele Aneinanderlagerung vieler kleiner Individuen von verschiedener Länge zu einem grösseren.

---

* N. Jahrb. f. Mineral. 1869. 188.

Zumal in den sehr feinkörnigen Gesteinen der Basaltfamilie findet man den Augit oft nur krystallinisch körnig ausgebildet, wobei allerdings häufig die einzelnen Körner noch eine mehr weniger deutliche Tendenz zu krystallinischer Begrenzung zeigen (cf. Taf. IX, Fig. 49). In diesen Fällen wiegt der Augit dann auch meistens so vor, dass er gewissermassen als eine körnige Grundmasse erscheint, in welcher die übrigen mit ihm associirten Mineralien eingebettet liegen. Recht hübsch lässt sich diese Structur an manchen Leucitlaven studiren, worauf schon ZIRKEL* aufmerksam machte.

An Interpositionen pflegt der Augit sehr reich zu sein; aber trotzdem und trotz ihrer Mannichfaltigkeit sind sie kaum für ihn charakteristisch. Vor allem liebt er es, die mit ihm associirten Mineralien, Nephelin, Leucit, Biotit, Augit und zumal Magnetit, seltener Plagioklas, zu umschliessen; und zwar finden sich diese theils peripherisch (Leucit), theils ganz regellos, selten in concentrischen Zonen, häufiger schon central eingelagert. Auch augitische Mikrolithe, welche selbstständig das Gestein durchschwärmen, treten als Interpositionen im Augit auf und bilden ferner hie und da, ebenso wie der Magnetit, höchst zierliche Kränze um die grösseren Augitindividuen, ganz in der Art, wie solche Kränze bei Leucit und Olivin beschrieben wurden. Von festen Interpositionen sind ferner die nicht individualisirten Glaseinschlüsse zu nennen, welche mit grosser Regelmässigkeit in den basaltischen Augiten auftreten. Ihre Dimensionen sind sehr wechselnd, ihre Farben nur selten wegen der intensiven Augitfärbung wahrzunehmen, ihre Formen rundlich bis ganz unregelmässig. In den meisten Fällen führen sie eines oder mehrere fixe Bläschen und wo sie dick genug sind, um unten und oben unmittelbar den Canadabalsam ohne Zwischenschicht von Augit zu berühren, da erkennt man sie sofort an dem Verhalten im polarisirten Lichte als isotrop. Selten nehmen die Glaseinschlüsse die Gestalt ihres Wirthes $\infty P . \infty P\breve{\infty} . \infty P\breve{\infty} . P$ an; ZIRKEL beschreibt solche negative Glaskrystalle aus dem Augit des Basaltes von Leipa in Böhmen, vom Hochpochter in der Eifel und in der Lava von Glees am Laacher See. — In den Glaseinschlüssen selbst liegen wieder bisweilen krystallinische Ausscheidungen, ja diese häufen sich oft so sehr, dass der ganze Einschluss krystallinisch erscheint, also vollkommen englast ist. Diese nicht individualisirten festen Interpositionen und die eingeschlossenen Magnetite zeigen nun oft eine höchst regelmässig zonare Anordnung in ihrem Wirthe und zumal da, wo derselbe an und für sich aus verschieden gefärbten

* Ztschrft. d. deutsch. geol. Ges. XX. 118. 1868.

Schalen besteht, haben sie sich regelmässig an den Grenzen zweier solcher Schalen angesiedelt, so dass man annehmen kann, sie bildeten ursprünglich einen Kranz um einen Augitkrystall und wurden erst durch späteres Wachsthum desselben in ihn versetzt. — Zu den häufigeren, aber meistens in gesetzloser Anordnung gelagerten Einschlüssen im Augit gehören dann noch die Dampf- oder Gasporen, welche fast stets in grossen Mengen neben einander liegen. Alle die beschriebenen Verhältnisse kann man sehr leicht und schön an den in jeder Sammlung zu treffenden losen Augit-Krystallen von Monti Rossi und Stromboli studiren.

Eine seltenere Erscheinung in den Augiten sind die Flüssigkeitseinschlüsse mit mobiler Libelle. ZIRKEL fand sie in diesem Mineral zuerst auf und zwar in den Basalten vom Pöhlberg und Scheibenberg im Erzgebirge, vom Oelberg im Siebengebirge, Wolsberg bei Siegburg unweit Bonn, Eisenrüttel auf der schwäbischen Alp. Ebenso beschreibt er sie in den Augiten der Laven von Uedersdorf in der Eifel und vom Krufter Humerich und Veitskopf am Laacher See. Versuche über die Ausdehnbarkeit des Fluidum ergaben, dass die Libelle bei 30°—35° C. verschwand und die Flüssigkeit also liquide Kohlensäure war. — Ich * beobachtete unläugbare Flüssigkeitseinschlüsse in den Augiten eines Basaltes von Batú-Dodol auf Java und eines Augit-Andesites von Gambirán, Java.

Dass die erwähnten, mannichfachen Interpositionen, von denen die Glaspartikel oft so massenhaft auftreten, dass förmliche Streifen derselben mit Streifen von Augitsubstanz wechseln, sehr geeignet sind, das Bild von der chemischen Constitution des Augites zu trüben, welches wir aus den Analysen entnehmen, bedarf keiner weiteren Begründung.

In den basaltischen, nach meinen Erfahrungen zumal in den nephelinreichen Gesteinen trifft man oft höchst seltsame Gebilde, die man wohl als Pseudokrystalle nach Augit bezeichnen kann. Man sieht nemlich eine oft nur papierdünne Wand von Augitsubstanz in der Form dieses Minerals, welche eine wirre Anhäufung von mikroskopischen Individuen verschiedener Mineralien wie in einem Sack einschliesst, unter denen an Menge ganz besonders der Magnetit hervortritt. Neben demselben ist Nephelin, resp. Leucit oder Plagioklas, Olivin, Biotit, Glaskörner und Apatit vorhanden und das Ganze ist oft untermengt mit spärlichen Augitkörnern. Oft aber fehlt der Augit fast vollständig im inneren Gemenge, ja auch die äussere Augithülle ist fast gänzlich durch Magnetit-Aggregate ersetzt, die sehr scharf die charakteristi-

* Ueber einige vulkanische Gesteine von Java. Ber. über d. Verhdl. der naturf. Ges. Freiburg i. B. VI. 1, pag. 80. 88. 1873.

schen Umrisse des Augites nachahmen. ZIRKEL, der diese Gebilde einer eingehenden Besprechung (l. c. 27 und 28) unterzieht, hält sie für ein Analogon der krystallisirten Sandsteine von Fontainebleau und nimmt an, die Krystallisationskraft des Augites habe die fremden Körper in die ihm eigene Form hineingezwängt. Oft finden sich auch in diesen Pseudokrystallen nach Augit winzige Calcitkörnchen und Blätter, die aber wohl nicht als ein Argument für eine Pseudomorphose angesehen, sondern als spätere Zersetzungs- und Infiltrationsproducte erklärt werden müssen. —

G. TSCHERMAK (l. c. 44 und 45) erwähnt regelmässige Verwachsungen des Augites mit Diallag und mit Hornblende. Die erstere stammt aus einem Gabbro vom Olymp auf der Insel Cypern und ist sonst noch nicht beobachtet worden. Die letztere ist nicht allzu selten; TSCHERMAK erwähnt sie von Borislaw, von Frascati und von Monzoni. Stellenweise findet sich dieselbe auch in einem durch Augit porphyrartigen Nephelingestein vom Kitzlederberg zwischen der St. Catharinenkapelle und Kichlingsbergen am Kaiserstuhl, welches wesentlich aus einem feinkörnigen Gemenge von brauner Hornblende, graugrünem Augit, Nephelin, Magnetit und Olivin besteht, in welchem grössere Augiteinsprenglinge liegen. Man bemerkt nun hie und da breitere Lamellen, welche aus 2—4 abwechselnden Nädelchen von Augit und Hornblende bestehen, die absolut parallel neben einander liegen.

Der Augit wird nicht unschwer durchsichtig und zwar selbst bei sehr tiefer Körperfarbe. Er erscheint im durchfallenden Lichte bald graubraun, bald grün, bald braunroth, bald gelb und an den Durchschnitten eines und desselben Schliffes, ja wie schon bemerkt an einem einzigen Durchschnitt kann man oft mehrere Farben wahrnehmen. Das schönste Grün zeigen oft die Augite der Leucit-Nosean-Gesteine, das tiefste Braunroth die der Nephelinite von Löbau, Meiches, Schreckenstein, fast honiggelb erscheinen die Augite der hauynreichen basaltischen Gesteine, wie besonders die aus dem Hauynophyr von Melfi;* schmutzig graugrün und braun sind indessen die häufigsten Farben. Doch darf man diese Angaben nicht als allgemein gültige Regeln ohne Ausnahme ansehen. Die Augite zeigen sich bei hinreichender Dünne oft fast farblos und polarisiren stets in lebhaften Farben, am wenigsten stark die braunen. — Die Doppelbrechung des Augites ist stark. Seine optischen Axen liegen in der Symmetrie-Ebene $\infty P\breve{\infty}$ und ihre Bissectrix ist positiv. Sie bildet mit einer auf oP normalen Linie nach DESCLOIZEAUX einen Winkel von 22° 55′ und tritt vorn im stum-

* cf. ZIRKEL. N. Jahrb. f. Mineral. 1870. 821.

tiger Diopsid zeigt das ohne weitere Vorbereitung) und parallel oP zwei Axenbilder sieht. Dass diese Erscheinung aber nicht die gewöhnliche Interferenzfigur einer senkrecht zur Bissectrix geschnittenen Platte ist, bemerkt man sofort am Fehlen der die beiden Axen gemeinschaftlich umschliessenden Curven; man sieht zwei gesonderte Ringsysteme, jedes mit einem dunklen Balken. Die ganze Erscheinung ist eine Folge der Zwillingsbildung. Zum Verständniss denke man sich Fig. 90 in der Richtung c c durchschnitten und die rechte Hälfte um eine auf c normale Axe um 180° gedreht, dann wird man Verhältnisse haben, wie sie aus Figur 91 ohne Weiteres verständlich sind, wo r r einen Schnitt senkrecht zu c andeutet. Man sieht sogleich, dass die beiden Axenbilder den gleichen optischen Axen B der beiden Zwillingshälften angehören und nimmt zugleich wahr, dass eine Platte parallel $\infty P\bar{\infty}$ die Bilder der beiden Axen A geben muss.

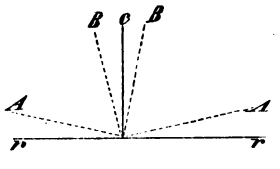


Fig. 91.

Der Pleochroismus ist äusserst gering und im Dünnschliff meistens kaum bemerklich; die parallel a schwingenden Strahlen sind gelbgrün, olivengrün bis grünlichbraun, die parallel b schwingenden grasgrün bis olivengrün, die parallel c bräunlichgrün bis braun. An Augiten von Borislau fand TSCHERMAK übereinstimmend mit HAIDINGER c ölgrün, b gelbgrün, a ölgrün in olivengrün und die Absorption $c = b > a$. — An den schwarzen von Frascati war c olivengrün, b grasgrün, a nelkenbraun und die Absorption $c > a > b$ und a fast $= b$. Auch die Absorption ist im Schliff kaum wahrnehmbar und beide Eigenschaften, geringer Pleochroismus und geringe Absorption charakterisiren sehr schön den Augit gegenüber der Hornblende.

Bei Behandlung mit Säuren bemerkt man oft, dass sich auf den Spalten und Rissen des Augites Carbonate angesiedelt haben; auch löst sich der interponirte Magnetit und Apatit, etwaiger Nephelin gelatinirt; der Augit selbst bleibt unverändert.

Der Augit tritt besonders in den jüngeren und älteren basischen Eruptivgesteinen als wesentlicher Gemengtheil auf; zumal in den basaltischen Felsarten, in Melaphyren und in Augit-Andesiten; ferner in den Diabasen. — Nach BEHRENS* ist er sehr verbreitet in den Grünsteinen, zumal Dioriten, hat aber hier einen vom basaltischen etwas abweichenden Habitus. Seine Farben sind blasser, gelblich, röthlichgelb bis braun; dabei ist er nur selten gut krystallisirt und zeigt

* N. Jahrb. f. Mineral. 1871. 465.

zwischen gekreuzten Nicols oder im Stauromikroskop verhalten werden, das bedarf nach dem oben pag. 46 sqq. Gesagten keiner weiteren Erörterung; mit Hülfe des Schema Fig. 90 wird sich Jeder die Verhältnisse leicht selbst ableiten können. — Neben den oben besprochenen, durch die Spaltung bedingten Unterschieden in der Mikrostructur von Augit und Hornblende, ist die Aufsuchung der optischen Hauptschnitte c c und a a eines der besten Unterscheidungsmittel für diese sich so nahe stehenden und so ähnlichen Mineralien. Denn wenngleich auch hier die Lage der optischen Constanten gewissen Schwankungen unterworfen ist, wie bei allen optisch zweiaxigen, zumal klinobasischen Substanzen, so ist doch die Neigung c : c bei Augit stets bedeutend grösser, als bei Hornblende. TSCHERMAK fand den Winkel c : c bei Augit variirend von 39° bis 54′, denselben Winkel bei Hornblende nur von 2° bis 20°.

Der Winkel der optischen Axen variirt nach TSCHERMAK von 58° 38′ bei Kokkolith von Arendal bis 62° 32′ bei Hedenbergit von Thunaberg und 68° bei Augit von Frascati und wächst nach seinen Forschungen proportional dem Eisengehalte der Substanz. Die scheinbaren Axen beim Austritt in Luft zeigen eine merkliche geneigte Dispersion (disp. inclinée). Bei der 45° Stellung einer senkrecht zu c geschnittenen Platte zeigt das eine Ringsystem nach DESCLOIZEAUX's Beobachtung an einer Hyperbel ein lebhaftes Roth innen und ein lebhaftes Blau aussen, während an der andern Hyperbel die Farben umgekehrt liegen und viel schwächer sind. Bei Erwärmung einer Platte auf 195°.8 C. bewegten sich die optischen Axen in demselben Sinne, die Hyperbel mit den blassen Farben entfernte sich von der Bissectrix um 1° 34′, die andere näherte sich ihr um 0° 36′, der scheinbare Winkel derselben wuchs also nur um 0° 58′. Die Bissectrix folgte der Bewegung der am weitest verschobenen Axe und erlitt eine Dispersion von 1° 5′. Die drei Hauptbrechungsexponenten sind 1.7062, 1.6798 und 1.6727 für gelbes Licht in hellgrünem Diopsid von Ala nach DESCLOIZEAUX. Am Kokkolith von Arendal bestimmte TSCHERMAK $\beta\rho = 1.690$; und am dunkelgrünen Diopsid von Nordmarken $\beta\rho = 1.701$.

Ein Blick auf Fig. 90 zeigt sofort, dass Durchschnitte parallel $\infty P\bar{\infty}$ im NÖRREMBERG'schen Apparat kein Axenbild geben können, dass man dagegen bei solchen parallel $\infty P\bar{\infty}$ das Bild der Axe A etwas seitlich im Gesichtsfelde sehen muss, während man bei Schnitten parallel oP oder senkrecht zu c das Bild der Axe B fast genau in der Mitte des Gesichtsfeldes haben wird. Nun wird man aber oft die Erfahrung machen, dass man bei Schnitten parallel $\infty P\bar{\infty}$ (ein durchsich-

tigen Dünnschliff zeigt das ohne weitere Vorbereitung) und parallel oP zwei Axenbilder sieht. Dass diese Erscheinung aber nicht die gewöhnliche Interferenzfigur einer senkrecht zur Bissectrix geschnittenen Platte ist, bemerkt man sofort am Fehlen der die beiden Axen gemeinschaftlich umschliessenden Curven; man sieht zwei gesonderte Ringsysteme, jedes mit einem dunklen Balken. Die ganze Erscheinung ist eine Folge der Zwillingsbildung. Zum Verständniss denke man sich Fig. 90 in der Richtung c c durchschnitten und die rechte Hälfte um eine auf c normale Axe um 180° gedreht, dann wird man Verhältnisse haben, wie sie aus Figur 91 ohne Weiteres verständlich sind, wo r r einen Schnitt senkrecht zu c andeutet. Man sieht sogleich, dass die beiden Axenbilder den gleichen optischen Axen B der beiden Zwillingshälften angehören und nimmt zugleich wahr, dass eine Platte parallel $\infty P\breve{\infty}$ die Bilder der beiden Axen A geben muss.

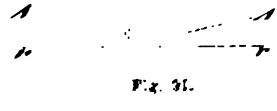


Fig. 91.

Der Pleochroismus ist äusserst gering und im Dünnschliff meistens kaum bemerklich: die parallel a schwingenden Strahlen sind gelbgrün, olivengrün bis grünlichbraun, die parallel b schwingenden grasgrün bis olivengrün, die parallel c bräunlichgrün bis braun. An Augiten von Borislau fand Tschermak übereinstimmend mit Haidinger c ölgrün, b gelbgrün, a ölgrün in olivengrün und die Absorption $c = b > a$. — An den schwarzen von Frascati war c olivengrün, b grasgrün, a nelkenbraun und die Absorption $c > a > b$ und a fast $= b$. Auch die Absorption ist im Schliff kaum wahrnehmbar und beide Eigenschaften, geringer Pleochroismus und geringe Absorption charakterisiren sehr schön den Augit gegenüber der Hornblende.

Bei Behandlung mit Säuren bemerkt man oft, dass sich auf den Spalten und Rissen des Augites Carbonate angesiedelt haben; auch löst sich der interponirte Magnetit und Apatit, etwaiger Nephelin gelatinirt; der Augit selbst bleibt unverändert.

Der Augit tritt besonders in den jüngeren und älteren basischen Eruptivgesteinen als wesentlicher Gemengtheil auf; zumal in den basaltischen Felsarten, in Melaphyren und in Augit-Andesiten; ferner in den Diabasen. — Nach Behrens* ist er sehr verbreitet in den Grünsteinen, zumal Dioriten, hat aber hier einen vom basaltischen etwas abweichenden Habitus. Seine Farben sind blasser, gelblich, röthlichgelb bis braun; dabei ist er nur selten gut krystallisirt und zeigt

* N. Jahrb. f. Mineral. 1871. 465.

dann scheinbar rhombische Formen, hat abgerundete Ecken und ist rissig. — R. Hagge * beschreibt ihn aus dem Harzburger Gabbro oft ziemlich rein, gelbbraun durchsichtig, gewöhnlich aber central oder ganz mit Einschlüssen erfüllt, unter denen besonders braune Lamellen, wie sie in manchen Hypersthenen sich finden, auftreten und zwar in zwei zu einander senkrechten Richtungen geordnet; ferner lichtbraune Täfelchen, farblose und schmutzig grüne Körner und das Alles in solchen Mengen, dass Hagge ebenfalls die Analogie dieser manchfachen Gemenge in Augitform mit den bekannten Sandsteinpseudomorphosen citirt. Daneben beherbergt dieser Augit noch Flüssigkeitseinschlüsse theils von Wasser, theils von liquider Kohlensäure. — Dressel ** untersuchte den Augit im Laacher Trachyt. G. vom Rath beschreibt ihn aus Pechsteintrachyt und aus Trachyt von Amiata. *** — Ueberhaupt ist der Augit in mikroskopischen Individuen kein seltener Begleiter der Hornblende und daher in trachytischen und phonolithischen Gesteinen oft anzutreffen, wie ja auch die Hornblende oft accessorisch neben Augit in den basaltischen Gesteinen erscheint. — Das Auftreten des Augits als Einsprengling in den sauren vulkanischen Gläsern wurde bereits oben bei Besprechung dieser erwähnt.

2. Omphacit.

Literatur.

G. Tschermak, Ueber Pyroxen und Amphibol. Mineralogische Mittheilungen. 1871. I, 44.

R. von Drasche, Ueber die mineralogische Zusammensetzung der Eklogite. Miner. Mittheil. 1871. II, 58 sqq.

Der Omphacit, dessen Stellung Naumann fraglich lässt, weil Breithaupt eine Spaltung angiebt, welche eher auf Epidot als Pyroxen verweist und weil ferner der hohe Thongehalt der Fikenscher'schen Analysen auffallen muss, wird dennoch von den meisten Mineralogen zum Pyroxen gestellt. Schon Dana (A System of Mineralogy. Boston 1868. 223) spricht Zweifel gegen die Breithaupt'sche Angabe über die Spaltung aus und neuere Untersuchungen fanden stets den Spaltungswinkel gleich dem des Augites.

Das Mineral bildet einen wesentlichen Gemengtheil des Eklogites und kommt nur in krystallinischen Körnern, nicht in rundum ausgebildeten Krystallen vor. Seine Farben sind stets heller grün, als man

* Mikroskop. Untersuchungen über Gabbro etc. Kiel 1871. 49.

** N. Jahrb. f. Mineral. 1870. 575 und 576.

*** Ztschrft. d. deutsch. geol. Ges. XVIII. 596. 1866 und XVII. 414. 1865.

am Augit gewohnt ist. v. Drasche giebt an, dass die Farbe bei stengliger Structur lauchgrün, bei körniger grasgrün sei. — Im durchfallenden Lichte erscheint er bei hinreichender Dünne des Schliffes fast ganz farblos. Optisch verhält er sich genau, wie ein Pyroxen, sowohl in der Lage der Hauptschwingungsebenen, wie in dem höchst geringen Pleochroismus und in den minimalen Absorptionsunterschieden.

Mit dem Omphacit findet sich in den Eklogiten wohl ausnahmslos der Smaragdit zusammen und zwar oft in regelmässiger Verwachsung. Dabei liegt entweder der Smaragdit mit einer Fläche von ∞P auf der Fläche ∞P∞ des Omphacites oder häufiger noch sind sie vollkommen parallel verwachsen und mitten im Omphacit mit dem Augitwinkel liegen Partieen, welche den Amphibolspaltungswinkel zeigen. Tschermak fand im Eklogit von Karlstätten den lauchgrünen Omphacit von olivengrünem Smaragdit rindenartig umwachsen und dabei zeigte der Omphacit eine deutliche Absonderung nach ∞P∞, wie sie für den Diallag so charakteristisch ist. Eine solche Annäherung an die Diallagstructur bemerkt man auch sonst nicht selten am Omphacit.

3. Malakolith.

Der Malakolith, welcher in körniger bis dichter Ausbildung als Malakolithfels bis 8 Fuss mächtige Bänke in körnigem Kalke bei Rochlitz am Fusse des Riesengebirges bildet, ist sonst petrographisch nicht eben von grosser Bedeutung. Da ich das genannte Vorkommniss noch nicht zu untersuchen Gelegenheit hatte, so mögen hier nur kurze Notizen über die Mikrostructur einiger andrer Malakolithe Platz finden. Alle Malakolithe zeigen neben der Spaltung nach ∞P∞, welche sie dem Diallag nähert, auch eine solche nach oP. Beide geben sich im Mikroskop durch sehr deutliche Spaltlinien zu erkennen. Tschermak* ist geneigt, die Spaltung nach oP bei den Mineralien der Diopsid-Reihe als Absonderung in Folge schaliger Zusammensetzung mit interponirten Zwillingslamellen anzusehen und stützt sich auf die feinen, bei Dunkelstellung der Durchschnitte hellbleibenden Linien, welche er im Salit von Dean, Hedenbergit und Kokkolith von Tunaberg wahrnahm. In den Malakolithen konnte ich dergleichen ebenfalls beobachten und möchte demnach auch hier die Trennbarkeit nach oP für keine wirkliche Spaltung halten; bei dieser Auffassung kann auch der Glanz der Trennungsflächen nicht mehr auffallen, welchen Quenstedt (Handbuch der Mineralogie 1863, 260) als ein Argument gegen die Annahme einer Absonderung anführt.

* Mineralog. Mittheilungen. 1871. I, 22.

Ein Malakolith von Sala (aus körnigem Kalk) zeigte sich als aus vielen Krystallen mit vorwiegendem $\infty P\bar{\infty}$. oP . $\infty P\bar{\infty}$ zusammengesetzt, welche durch breitere und schmalere Bänder eines sehr fein filzigen und daher nur durchscheinenden, talkigen Minerals getrennt waren. Die Spaltung nach $\infty P\bar{\infty}$ und die Absonderung nach oP sind sehr deutlich durch zahlreiche, parallele Risse angedeutet und hier, wie bei allen untersuchten Malakolithen, zeigen sich von den Rissen ausgehend starke Zersetzungserscheinungen, wobei sich körnige und faserige Substanzen gebildet haben. Doch ist dieser Malakolith noch verhältnissmässig frisch.

Malakolith von Arendal bildet stänglig-blättrige Aggregate, die oft wegen vorgeschrittener Zersetzung kaum noch durchsichtig werden. Die Risse nach $\infty P\bar{\infty}$ und oP sind sehr ausgesprochen. Als Einlagerungen trifft man stenglige, recht frische Aggregate von Wernerit, tiefgrüne Blättchen und Lamellen von Biotit, lauchgrüne Fetzen von Hornblende und zahlreiche Magnetitkrystalle, sowie Partieen späthigen Kalkes.

Malakolith von Stambach ist stellenweise ganz undurchsichtig von körnigen und faserigen Umwandlungsproducten. In manchen Schliffen zeigt sich derselbe in regelmässigster Parallelstellung mit Aktinolith- oder Tremolitstrahlen verwachsen, während in andern die gleiche Verwachsung, aber nicht so gesetzmässig orientirt, zu beobachten ist. Die gleiche Erscheinung ist schon von G. Rose und anderen beschrieben und neuerdings erwähnt sie Tschermak* von Canaan in Connecticut und Akudlek in Grönland.

Malakolith von Gefrees ist fast ganz in eine feinfaserige bis filzige, talkähnliche Substanz umgewandelt. Frischere Stellen gleichen am meisten dem Vorkommniss von Arendal. — Schön grüne, stänglig blättrige Aggregate von Sibirien, die ich der Güte des Herrn Hofrath Blum in Heidelberg verdanke, erwiesen sich auffallend frisch und zeigen so durchaus die Mikrostructur und Interpositionen des Diallags, dass sie wohl zu diesem Mineral gerechnet werden müssen. — Optisch verhält sich der Malakolith stets wie der Diopsid.

Anhang. Obgleich von keiner petrographischen Bedeutung, mögen dennoch einzelne andere Glieder der Diopsidreihe und verwandte Mineralien hier eine kurze Erwähnung finden. Nach Damour und Sandberger bildet der Chromdiopsid (ein Diopsid mit etwa 1 % Chromgehalt) einen wesentlichen Gemengtheil der Lherzolithe. Derselbe ist

* l. c. 44.

grün durchsichtig, optisch gleich dem gewöhnlichen Pyroxen, und obgleich er nicht in so typischer Weise die Mikrostructur der Diallage zeigt, wie die braunen Vorkommnisse in den Gabbro's, so wird man dennoch mit TSCHERMAK* gut thun, den Namen Diopsid für die aufgewachsenen Krystalle zu reserviren und den Chromdiopsid nur als eine Varietät des Diallag anzusehen. — Während die übrigen Zwillinge der Pyroxenmineralien meistens sehr scharfgeradlinige Abgrenzung der componirenden Individuen erkennen lassen, zeigen sich diese Grenzen beim Diopsid aus dem Zillerthale weit weniger scharf; die Zwillingshälften sind oft durch gewundene Flächen getrennt und die Substanz beider greift auch wohl zackig in einander ein, wie man das im polarisirten Lichte bei gekreuzten Nicols sehr schön beobachten kann. Nicht zu übersehen sind ferner die prächtigen Flüssigkeitseinschlüsse in diesen Diopsiden. Die durch Zwillingsverwachsung bedingten Modificationen der Axenbilder wurden bereits oben bei Augit besprochen.

Der Kokkolith von Arendal wird prächtig pistaziengrün durchsichtig, zeigt eine fast absolut reine Substanz im durchfallenden Lichte und eignet sich, wie kaum ein andres Mineral der Diopsidreihe, zur Herstellung optischer Präparate. TSCHERMAK** fand daran AB für rothe Strahlen = 58° 38′. Die Axe der grössten Elasticität machte mit den Normalen auf $\infty P\bar{\infty}$ und auf oP Winkel von 40° 22′ und von 114° 21′. Der Dichroismus ist trotz der tiefen Färbung nur sehr gering, c ölgrün, b ölgrün in olivengrün, a grüngelb und die Absorption $b > c > a$.

Der Hedenbergit von Tunaberg wird mit fast blaugrüner Farbe durchsichtig und zeigt sich stark verunreinigt mit Magnetit, sowie mit einem an Flüssigkeitseinschlüssen überreichen, körnigen Quarz. Nach TSCHERMAK*** zeigen Platten parallel oP dem freien Auge, gegen den Himmel oder eine weisse Wand gehalten, eine epoptische Figur, welche aus zwei senkrecht auf der Klinodiagonale stehenden schwarzen Büscheln besteht. Die grösste Elasticitätsaxe machte mit der Normalen auf $\infty P\bar{\infty}$ 45° 56′ und mit der auf oP 119° 55′. AB war 62° 32′. Der Pleochroismus ist auch im Dünnschliff schon merklich; c grasgrün, b lauchgrün, a olivengrün und die Absorption $b > c > a$.

---

* Beobachtungen über die Verbreitung des Olivin in den Felsarten. Sitzber. d. Wien. Akad. d. Wiss. LVI. 1. Juli 1867. 15. Anmerkg.

** Mineralog. Mittheilungen. 1871. I. 23.

*** ebendaselbst.

— Fischer* fand den Hedenbergit von Fürstenberg im Erzgebirge auch magnetithaltig.

Der Pyrallolith von Pargas ist nach Fischer ein Gemenge von Malakolith mit Chondrodit und der Pikrophyll von Sala, welcher schon von Dana als ein zersetzter Pyroxen betrachtet wurde, ist auch nach Fischer's** mikroskopischen Untersuchungen nur ein veränderter Malakolith.

4. Akmit.

Literatur.

G. Tschermak, Ueber Pyroxen und Amphibol. Mineralog. Mittheilungen. 1871. I. 33. Wien 1872.

Der Akmit, nur von geringer petrographischer Bedeutung, kommt in Quarz und Orthoklas eines Granits von Rundemyr, S. von Dunserud bei Kongsberg eingewachsen, und nach Blum im Zirkonsyenit von Kless bei Porsgrund in Norwegen als Stellvertreter der Hornblende vor. Er bildet entweder prismatische Krystalle, welche dem Augit nahe stehen, aber meistens eine, diesem fremde, spitze polare Endigung zeigen, und Zwillinge nach dem Augit-Gesetze oder stenglige, oft gewundene und zerbrochene Krystalloide. Schon G. vom Rath*** beobachtete, dass jede der Zwillingshälften gewöhnlich eine dünne Lamelle einschliesse, welche wie die Nachbarhälfte liegt, und mikroskopisch lässt sich nicht selten eine mehrmalige Wiederholung dieses Verhältnisses wahrnehmen. Die Krystalle von Rundemyr müssen, wie derselbe rastlose Forscher aus ihrer krystallographischen Ausbildung schloss, ursprünglich aufgewachsen gewesen sein und der sie jezt umhüllende Quarz ist eine spätere Bildung. Dafür spricht auch der Dünnschliff dieser Akmitkrystalle; man findet nemlich denselben, an Flüssigkeitsporen überreichen Quarz in die Akmitsubstanz auf feinen Spalten und Rissen eingedrungen, wobei er diese erweiterte und die Akmittheile gewissermassen mechanisch auseinanderdrängte. Die Grenze zwischen Akmit und Quarz ist dann nicht geradlinig, sondern zackig und beiderseits passen die Ränder zahnartig in einander; auch begegnet man wohl einem losgerissenen Akmitstückchen mitten im Quarz, der die Spalten ausfüllt. — Das Vorkommniss von Kless, welches zuerst Möller† beschrieb, hatte ich nicht Gelegenheit zu untersuchen.

* Kritische, mikroskop.-mineralog. Studien. Freiburg i. B. 1869. 18.

** Kritische, mikroskop.-mineralog. Studien. Freiburg i. B. 1869. 29 und 1te Forts. 1871. 35 und 36.

*** Pogg. Ann. CXI. 254—263. 1860.

† Pogg. Ann. V. 177. 1825.

Der Akmit wird im durchfallenden Lichte braun oder grün durchsichtig und oft begegnet man beiden Farben an demselben Individuum, wobei die peripherischen Theile braun, die centralen dagegen grün in meinen Präparaten sind. Dieselbe Erscheinung zeigt bekanntlich der Augit; doch liegt die Sache hier anders. Die Farben wechseln nemlich nicht streng zonenartig, setzen auch nicht scharf aneinander ab, sondern gehen unmerklich in einander über. — Die optischen Axen liegen in dem Klinopinakoid und bilden einen grossen Winkel miteinander nach DESCLOIZEAUX's Beobachtung. Die Platte war parallel $\infty P\bar{\infty}$ geschnitten, die beobachtete Mittellinie negativ; da aber der durch sie halbirte Axenwinkel wahrscheinlich der stumpfe war, so wäre diese Mittellinie die optische Normale und also der Akmit optisch positiv. Bissectrix und optische Normale machen mit einer auf $\infty P\bar{\infty}$ senkrechten Linie Winkel von annähernd 97° und 7°. DESCLOIZEAUX beobachtete an den mit olivengrüner Farbe durchsichtigen Platten keinen Pleochroismus, an den gelbbraunen fand er die Töne olivengrün und grünlich gelb. In meinen Präparaten ist bei den grünen Stellen des Akmites c olivengrün, a grasgrün, bei den braunen c dunkelbraungrün, a grünlichgelb und die Absorption stets sehr deutlich $c > a$.

Der Aegirin wird neuerdings von TSCHERMAK (l. c.) mit dem Akmit zusammengestellt und zwar auf Grund seiner morphologischen, physikalischen und chemischen Eigenschaften. Nach FISCHER* ist er mit Feldspath und wenig Magnetit verunreinigt und umschliesst ausserdem vereinzelte, braungrüne, dunkle, nicht bestimmt geformte Blättchen mit starkem Dichroismus. FISCHER glaubt den Natrongehalt durch die Feldspatheinschlüsse erklären zu müssen; TSCHERMAK hält die Menge derselben nicht für hinreichend und dieser Ansicht muss ich mich nach Durchsicht von FISCHER's Präparaten anschliessen. TSCHERMAK, der den Aegirin auch optisch untersuchte, fand den Winkel, den die positive Bissectrix mit der Normalen auf $\infty P\bar{\infty}$ macht, zu 93°. Die optischen Axen liegen in $\infty P\bar{\infty}$ und die eine Axe tritt im spitzen Axenwinkel (a : c) aus. Der Pleochroismus ist sehr stark, an den der Amphibole erinnernd. TSCHEKMAK bestimmte c kastanienbraun, b olivengrün, a grasgrün und die Absorption $c > b > a$. — Der Aegirin findet sich im Zirkonsyenit von Skaadoe bei Brevig.

---

* Kritische, mikroskop.-mineral. Studien. Freiburg i. B. 1869. 29 und 1te Fortsetzung 1871. 6 und 22.

5. Diallag.

Literatur.

Gustav Rose, Ueber die Gabbroformation von Neurode in Schlesien. Ztschrft. d. deutsch. geol. Ges. XIX. 280. 294. 1867.

M. Websky, Ueber Diallag etc. im Gabbro von Neurode in Schlesien. Ztschr. d. deutsch. geol. Ges. XVI. 531. 1864.

G. Tschermak, Mikrosk. Untersch. d. Min. aus der Augit-, Amphibol- und Biotit-Gruppe. Sitzber. d. Wien. Akad. d. Wiss. LIX. 1te Abth. Mai 1869.

G. Tschermak, Ueber Pyroxen und Amphibol. Mineralog. Mittheil. 1871. I. 25. Wien 1872.

Ferd. Zirkel, Geol. Skizzen von der Westküste Schottlands. Ztschrft. d. deutsch. geol. Ges. XXIII. 59. 94. 1871.

R. Hagge, Mikroskop. Untersuchungen über Gabbro etc. Kiel 1871. pag. 5. 15. et passim.

A. Streng, Bemerkungen über die krystallin. Gesteine des Saar-Nahe Gebietes. N. Jahr. f. Min. 1872. 377. 379.

Unter Diallag fasst man trotz mancher sonstigen, zumal chemischen Verschiedenheiten alle diejenigen Augitmineralien zusammen, welche durch vollkommene Theilbarkeit nach $\infty P\bar{\infty}$ charakterisirt sind und meistens auch Spaltungen von geringerer und wechselnder Vollkommenheit nach ∞P und $\infty P\bar{\infty}$ erkennen lassen. Die Durchschnitte des Diallags unter dem Mikroskope lassen nur selten auf mehr weniger regelmässige, krystallinische Entwicklung schliessen und entsprechen dann den Augitformen; meistens bildet er Körner und körnige Aggregate, deren Umrisse durch die associirten Mineralien bedingt werden. Er erfüllt dann lediglich ihre Zwischenräume und bildet oft schmale Säume und Ränder um dieselben. Ziemlich selten erweisen sich die Diallagkörner im polarisirten Lichte als Zwillinge und dann sind diese nicht nach dem gewöhnlichen Augitgesetze aufgebaut, sondern es haben die beiden Individuen oP gemeinsam und die vollkommensten Spaltungsflächen machen einen Winkel von etwa 148° mit einander. Fast ausnahmslos lassen die Diallagdurchschnitte eine deutliche Parallelstreifung erkennen, welche parallel der Hauptaxe geht, wenn der Schliff in einer Vertikalzone liegt, während eine weniger in die Augen fallende Streifung auch in einer hiervon verschiedenen Richtung verläuft.

Oft hat man Gelegenheit sich unter dem Mikroskope zu überzeugen, dass die auffallende Theilbarkeit nach $\infty P\bar{\infty}$ nicht eigentlich einer Spaltbarkeit entspricht, sondern die Folge einer lamellaren Zusammensetzung ist, wobei in dem Diallag zahlreiche Lamellen in Zwillingsstellung nach $\infty P\bar{\infty}$ eingeschaltet sind. Hat nemlich ein Schliff ihn

parallel $\infty P\bar{\infty}$ getroffen und man stellt diesen zwischen gekreuzten Nicols auf Dunkel ein, so bleiben feine Streifen hell und werden erst dann dunkel, wenn man den Schliff in seiner Horizontalebene um 12°, resp. 78° nach rechts oder links gedreht hat und diese Winkel stimmen mit denen, welche man durch Rechnung unter Annahme der angegebenen Zwillingsbildung findet. Unbekümmert um diese Zwillingsstructur lässt der Diallag zumal in den Palatiniten und Melaphyren auch oft noch eine concentrisch schalige Structur wahrnehmen, wie sie beim Augit als häufig angegeben wurde und die sich hier ebenfalls durch etwas verschiedene Farbenzonen kundgiebt. Beiderlei Structur findet sich indessen wohl nur bei den mehr selbstständig ausgebildeten Diallag-Individuen, nicht da, wo er lediglich als Ausfüllungsmaterial der Zwischenräume anderer Mineralien auftritt. Zwischen den Lamellen, welche die schalige Absonderung nach $\infty P\bar{\infty}$ bedingen, bemerkt man oft secundäre Ablagerungen von kohlensaurem Kalk und in einzelnen Fällen auch wohl primäre Säulchen von Hornblende, welche in Ermangelung von Zwillingslamellen ebenfalls die genannte Theilbarkeit bedingen können.

Von den mit Diallag associirten Mineralien finden sich besonders Magnetit, Apatit und Olivin auch als Einschlüsse in demselben. Daneben aber treten mit grosser Constanz bräunliche bis opake mikroskopische Körperchen als Interpositionen auf, welche schon von Scheerer,* der zuerst den Diallag mikroskopisch untersuchte, wahrgenommen wurden (cf. Taf. IX, Fig. 52). Dieselben stellen sich theils als Blättchen, theils als Nadeln und feinste Körnchen dar, je nach der Lage des Schliffes. Die eigentliche Form dieser Mikrolithe scheint blättrig zu sein und im Ganzen ähneln sie sehr denen, welche im Hypersthen so häufig sind und dort eines weiteren beschrieben wurden. Ihre Umrisse sind sehr selten regelmässig, meistens gelappt und gezackt und wo sie nach einer Richtung stark verkürzt sind, also als Nadeln erscheinen, da zerfällt eine solche Nadel bei starken Vergrösserungen oft in viele geradlinig geordnete Körnchen. Schon G. Rose beobachtete, dass diese Mikrolithe vorwiegend nach zwei zu einander senkrechten Richtungen, nemlich parallel $\infty P\bar{\infty}$ und $\infty P\breve{\infty}$ interponirt sind und dass dann häufig die ersteren breit und in der Richtung der Hauptaxe verkürzt, die zweiten schmal und in derselben Richtung stark verlängert erscheinen. Weniger deutlich treten dieselben Interpositionen parallel einer schiefen Endfläche gelagert hervor. Selbstverständlich kann der Winkel, unter welchen die beiden Hauptsysteme von Einlagerungen

* Pogg. Ann. LXIV. 166. 1845.

sich schneiden, je nach der Lage des Schliffes auch mehr oder weniger von einem Rechten abzuweichen scheinen, so dass sie dann ein schiefwinkliges Gitter bilden. — Die Anordnung dieser Einschlüsse ist keineswegs eine ganz gleichmässige; sie sind stellenweise bis zur Undurchsichtigkeit des Wirthes gehäuft, fehlen aber an andern Stellen fast ganz, zumal da, wo der Diallag als schmaler Saum um andre Mineralkörper auftritt, aber auch sonst hie und da in ganz selbstständig entwickelten Krystalloiden (Schriesheim). — Welcher Substanz diese Interpositionen zuzurechnen seien, ist noch nicht mit Sicherheit bestimmt. ZIRKEL meint, die Entscheidung könne wohl nur zwischen Magnetit und Göthit schwanken und dafür spräche der Umstand, dass sie nach HAGGE's Beobachtung in Salzsäure löslich zu sein scheinen. — Diese Einschlüsse machen den Diallag gegenüber den meisten andern Mineralien leicht kenntlich; eine Verwechslung mit Hypersthen oder Bronzit, welche die gleichen Interpositionen führen, ist aber wegen der verschiedenen Lage der optischen Hauptschnitte nicht wohl möglich. —

Neben den besprochenen Streifen und Einschlussreihen bemerkt man bei Schliffen parallel $\infty P\bar{\infty}$ oft ziemlich deutlich, oft gar nicht, ein weiteres Streifensystem, welches um etwa 15° zu dieser Fläche geneigt ist und einer zweiten versteckten Absonderung entspricht. — Weniger regelmässig pflegen die -Einlagerungen in den Diallagen der Palatinite zu sein und hier gesellen sich zu den Blättchen und Nadeln nach STRENG's Angaben noch Reste eines ursprünglich glasigen Gesteinsmagmas, das nun z. Th. körnig entglast ist, aber durch die anhängenden fixen Bläschen seine ursprünglich glasige Natur verräth. Im Allgemeinen unterscheiden sich die Diallage der Palatinite und Melaphyre durch die Art und die Anordnung ihrer Einschlüsse recht lebhaft von denen in den Gabbro's und stellen sich gewissermassen als ein Zwischenglied zwischen letzteren und den Augiten der Basalte und Melaphyre dar.

Wie sich der Diallag von den hie und da mit ihm vorkommenden Mineralien der Enstatitgruppe durch die Lage der optischen Hauptschnitte trennen lässt, so unterscheidet man ihn von dem nicht selten mit ihm vergesellschafteten Augit und der Hornblende am besten durch seine Absonderung nach $\infty P\bar{\infty}$ und von letzterer überdiess ferner durch den Winkel der optischen Hauptschnitte mit der Hauptaxe, wie sich dieses besonders schön an dem Olivingabbro von Schriesheim studiren lässt. —

Der Diallag ist eigentlich mit grüner Farbe durchsichtig, doch

sind auch in Folge der eingelagerten Mikrolithe braune Töne häufig, ja bei denen der Gabbrogesteine wohl vorwiegend. Nach TSCHERMAK zeigt der Diallag bisweilen in bestimmten Richtungen einen metallartigen Schimmer, welcher durch Reflexion von farblosen Mineralblättchen entsteht, die der oben angegebenen Streifung parallel liegen, welche mit $\infty P\breve{\infty}$ einen Winkel von 15° macht. Die dieser Streifung entsprechende schillernde Fläche ist als Krystallfläche am Diopsid nicht vorhanden, liegt aber wie eine steile Pyramidenfläche. Da aber der Schiller immer nur nach der einen der beiden zusammengehörigen Pyramidenflächen austritt, so meint TSCHERMAK, die ihn veranlassenden Risse mögen wohl durch einseitigen Druck entstanden sein.

Die Orientirung der optischen Constanten beim Diallag ist im Allgemeinen identisch mit der beim Augit, auf welchen verwiesen werden mag, wenngleich Schwankungen in den Zahlenwerthen sehr häufig sind. Spaltblättchen nach $\infty P\breve{\infty}$ zeigen von den beiden in $\infty P\breve{\infty}$ liegenden optischen Axen das Bild der einen und lassen eine negative Mittellinie (die Spaltfläche liegt im stumpfen Axenwinkel, die beobachtete Mittellinie ist demnach die optische Normale) erkennen, welche etwa um 38° zu einer Senkrechten auf $\infty P\breve{\infty}$ geneigt ist. WEBSKY fand bei dem Diallag von Volpersdorf den Winkel, welchen die in Luft austretende optische Axe mit der Normalen auf $\infty P\breve{\infty}$ macht = 49° 55′ und den wirklichen Axenwinkel AB = 47° 51′, also etwa 11° kleiner, als bei Diopsid. Er mass ferner den Winkel der durch $\infty P\breve{\infty}$ austretenden Axe mit der auf dieser Fläche Normalen am Diallag von Knockdallian in Schottland und fand ihn zu 39° 33′ in Luft, 26° in Oel; bei Diallag von Zobtenberg und von Baumgarten (Schlesien) war er 24° in Oel, bei dem von der Ruben-Steinkohlengrube bei Neurode 26° in Oel. — Auch TSCHERMAK fand zwar den Winkel, welchen die optische Normale (Axe der grössten Elasticität) mit der Normalen auf $\infty P\breve{\infty}$ macht, ziemlich constant = 39°—41°, also gut übereinstimmend mit Augit, während der Winkel der durch $\infty P\breve{\infty}$ austretenden optischen Axe mit derselben Normalen in sehr weiten Grenzen schwankte. Er betrug in Luft 27° 8′ bei Diallag von Prato, 29° 23′ Dun Mountain, 38° 52′ Cypern, 42° 20′ Volpersdorf, 50° 10′ Tirano.

Pleochroismus und Absorptionsunterschiede sind selbst in dickeren Blättern kaum merklich.

Bei Behandlung mit Säuren bemerkt man oft eine Entwicklung von Kohlensäure, welche von Kalkablagerungen zwischen den Lamellen des Diallags herrührt. Sonst bleibt der Diallag ziemlich unverändert;

erst nach mehrtägiger Einwirkung trat eine schwache Entfärbung ein, welche sich auf die Ränder der Spalten beschränkte. Eine Prüfung der Säure ergab dann Eisenreaction; ob aber die nadelförmigen und blättrigen Interpositionen z. Th. gelöst waren, konnte nicht mit Sicherheit constatirt werden.

Auch den Athmosphärilien widersteht der Diallag kräftig, wie es scheint. Doch findet man ihn häufig an den Rändern in büschelförmige Hornblendeaggregate aufgelöst, ja bei einigen Gesteinen ist er oft ganz in ein solches mikroskopisches Aggregat von Amphibolfäserchen übergegangen. Sehr schön zeigen diese Veränderungen manche Gabbros des südlichen Schwarzwaldes (Häg, Ehrsberg) und Gabbrogeschiebe aus der Gegend von Hilzingen (Hegau); das Endresultat des Processes beobachtete ich am deutlichsten bei einem Gabbro von der Arraçoyaba (S. Paulo, Brasilien).

Der Diallag bildet einen wesentlichen Gemengtheil der Gabbrogesteine, zumal der olivinhaltigen,* findet sich dann auch in Serpentin,** Palatinit, Melaphyr, Pikrit*** und in den Ophiten der Pyrenäen † bisweilen.

6. Aktinolith.

Der Aktinolith bildet langprismatische Krystalloide, meistens ohne gesetzmässige terminale Flächen und seine Durchschnitte sind demnach entweder lang leistenförmig oder rhombisch mit Winkeln von 124° 30′, resp. 55° 30′ und sechsseitig bis achtseitig, wenn zum Prisma noch eines oder beide vertikale Pinakoide hinzutreten. Während bei den eigentlichen Hornblenden die vollkommene prismatische Spaltung sich sehr schön durch mikroskopisehe Risse andeutet, geschieht dieses bei dem Aktinolith viel seltener, oft gar nicht. Was bei schwachen Vergrösserungen oft wie ein vertikaler Riss aussieht, lässt sich bei stärkeren Systemen meistens als feine Lamelle erkennen, die in Zwillingsstellung nach dem bekannten Gesetze dem grösseren Krystall eingelagert ist. Recht charakteristisch sind für den Strahlstein selbst in seinen mikroskopischen Individuen die schief zur Prismenaxe geneigten Absonderungsflächen, durch welche ein Individuum in viele kurze Säulenstückchen zerfällt, welche durch Gesteinsmasse verkittet zu sein pflegen; doch ist die Erscheinung bei den mikroskopischen Kryställchen nicht so constant und meistens seltener zu beobachten, als bei

* Tschermak, Porphyrgesteine Oesterreichs. Wien 1869. 226.

** R. von Drasche, Mineral. Mittheil. 1871. I. Wien 1872.

*** Tschermak, Sitzber. d. Wien. Akad. d. Wiss. LIII. 1te Abth. 264. 1866.

† Zirkel, Ztschr. d. deutsch. geol. Ges. XIX. 124. 1867.

den grösseren. — Charakteristische Interpositionen fehlen dem Aktinolith; man trifft oft Magnetitkörner, auch Pyrit (häufig bei den Zillerthalern) und staubartige opake Körperchen von unbestimmbarer Substanz. Solche Einschlüsse pflegen stellenweise stark gehäuft zu sein, während andere Partieen gänzlich frei davon sind. — In einem Strahlstein von Pontresina beobachtete ich die gleichen braunen Blättchen, welche für den Diallag so sehr charakteristisch sind. —

Der Aktinolith wird mit grüner Farbe durchsichtig, erscheint aber in recht dünnen Schliffen und in den mikroskopischen Individuen fast absolut farblos. Optisch verhält er sich wie der Tremolit; seine Doppelbrechung ist negativ. Nach DESCLOIZEAUX macht die Bissectrix

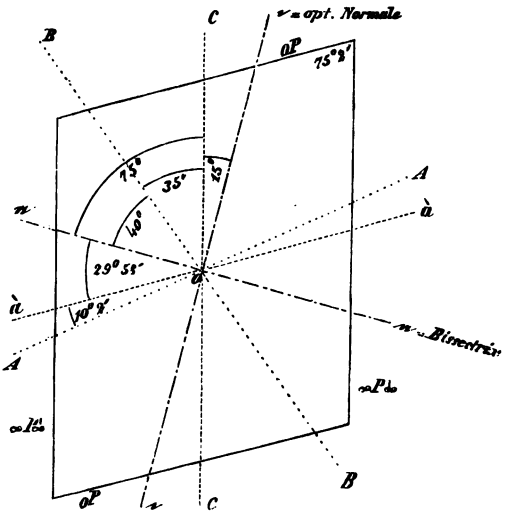


Fig. 92.

mit einer Normalen auf oP einen Winkel von 60° 2′, mit einer solchen auf $\infty P\breve{\infty}$ 15°. Da die Neigung c : a = 75° 2′ ist und die optischen Axen fast genau 80° mit einander machen und im Klinopinakoid liegen, so folgt daraus für die Lage der optischen Constanten zu der krystallographischen Haupt- und Klinoaxe die Darstellung, wie in Fig. 92, worin die Orthoaxe = Axe der mittleren Elasticität in o zum Punkt verkürzt erscheint. (Man vergleiche, um sich die Unterschiede klar zu machen und auch wegen Ableitung der eingetragenen Werthe das bei Augit Gesagte und Fig. 90). Man ersieht unmittelbar aus Fig. 92, dass bei Schnitten parallel $\infty P\breve{\infty}$ zwischen gekreuzten Nicols Dunkel eintreten wird, wenn die Hauptaxe um 15° oder die Klinodiagonale um 29° 53′ zu einem Nicolhauptschnitt geneigt ist.

Diese Winkel nehmen mit wachsender Neigung der Schlifffläche zu $\infty P\bar{\infty}$ bis zu 0° ab. Man sieht ferner, dass Blättchen parallel $\infty P\bar{\infty}$ das Bild einer optischen Axe, Blättchen nach oP das der andern seitlich zeigen müssen. Auch Spaltungsblättchen nach ∞P zeigen ein Axenbild, aber natürlich in verschobener Stellung. DESCLOIZEAUX fand den mittleren Brechungsexponenten $\beta\rho = 1.626$ und für gelb = 1.629. Der wirkliche Axenwinkel war genau für Roth AB = 79° 38′, für Gelb 80° 4′. Die geneigte Dispersion (disp. inclinée) zeigt sich dadurch, dass ein Ringsystem in Oel bei lebhafter Färbung blau aussen, roth innen von der Hyperbel gefärbt ist, während die Ränder der andern Hyperbel nicht merklich gefärbt sind. Bei Erwärmung liess eine Platte vom St. Gotthard eine schwache Vergrösserung des Axenwinkels erkennen.

Während im isomorphen Tremolit (der von Campo longo ist oft stark mit Dolomit durchwachsen) die Orientirung der Elasticitätsaxen genau so ist, wie beim Aktinolith, fand DESCLOIZEAUX den Winkel der optischen Axen grösser, nemlich AB = 87° 27′ für rothe Strahlen ($\beta\rho = 1.620$) und 87° 31′ für gelbe ($\beta\rho = 1.622$). TSCHERMAK* bezieht hier, wie auch bei der Enstatit- und Pyroxenfamilie, die Schwankungen in der Grösse von AB auf den Eisengehalt.

Bei nicht allzuschwach gefärbten Platten ist der Pleochroismus des Aktinolithes wohl merklich und zwar ist bei Aktinolith von

Arendal c = dunkelgrün, b = dunkelgelblich-lauchgrün, a = hellgelblich-lauchgrün. HAIDINGER.

Greiner c = smaragd-lauchgrün, b = oliven-ölgrün, a = blassolivengrün. HAIDINGER.

Zillerthal c = smaragdgrün, b = gelbgrün, a = grüngelb. TSCHERMAK.

Die Absorption ist stets $c > b > a$.

Der Aktinolith findet sich als accessorischer Gemengtheil häufig in Talkschiefern, Chloritschiefern und Paragonitschiefern und bildet für sich allein den Aktinolithschiefer, wozu auch wohl wegen der hellen Farben und geringen Absorptionsunterschiede mancher Hornblendeschiefer zu rechnen sein wird. —

7. Hornblende.

Literatur.

FERD. ZIRKEL, Ueber die mikroskop. Zusammensetzung d. Phonolithe. Pogg. Ann. CXXXI. 307 sqq. 1867.

---

* Mineral. Mittheilungen. 1871. I. 38. Wien 1872.

Ferd. Zirkel, Geolog. Skizzen von der Westküste Schottlands. Ztschr. d. deutsch. geolog. Ges. XXIII. 43. 1871.

Ferd. Zirkel, Mikrosk. Untersuch. etc. über die Basaltgesteine. Bonn 1870. pg. 74.

G. Tschermak, Mikrosk. Unterscheidung der Miner. aus d. Augit-, Amphibol- und Biotit-Gruppe. Sitzber. d. Wien. Akad. d. Wiss. LIX. 1te Abthl. 1869.

G. Tschermak, Ueber Pyroxen und Amphibol. Mineral. Mitthlgn. 1871. I. 38 sqq. Wien 1872.

H. Behrens, Vorläufige Notiz über d. mikrosk. Zusammensetzung und Structur der Grünsteine. N. Jahrb. f. Mineral. 1871. 463 sqq.

Die Hornblende in ihren beiden Varietäten als gemeine und basaltische Hornblende ist eines der petrographisch wichtigsten Mineralien. Sie bildet z. Th. Krystalle und ihre Durchschnitte ähneln dann, besonders wenn sie mehr oder weniger parallel der Hauptaxe liegen, sehr denen des Augites, unterscheiden sich aber, wenn sie beiläufig senkrecht zu c trafen, leicht durch den grossen Prismenwinkel von 124° 30′, sind in diesem Falle auch häufig sechsseitig, während die des Augit fast ausnahmslos achtseitig sein dürften. Nicht selten erweisen sich die Krystalle nach den Polen der Hauptaxe zu abnorm endend, indem aus- und einspringende Winkel auf parallele Aneinanderlagerung vieler kleinerer Säulen deuten; auch finden sich ganz unregelmässige, ausgezackte und kammartige Endigungen. — Zwillingsbildungen nach $\infty P\bar{\infty}$ treten allerdings auch auf, sind indessen nicht so häufig, wie bei dem Augit. Auch die schalige Zusammensetzung aus mehreren verschieden gefärbten, concentrischen Schichten, welche bei Augit eines weiteren besprochen wurde, findet sich bei der Hornblende. — Weit häufiger, als in Krystallen, findet man die Hornblende in Krystalloiden und krystallinischen Aggregaten; und wenn gleich hier eine körnige und blättrige Ausbildung vorkommt, so ist doch die stenglige Structur die Regel. In den syenitischen und dioritischen Gesteinen, sowie in den Amphiboliten ist die Hornblende (gemeine) wohl ausnahmslos nur krystallinisch entwickelt. Entweder liegen die stengligen Individuen einzeln in der Gesteinsmasse, oder sie haben sich zu parallelen, garbenförmigen, auch wohl divergentstrahligen und regellos mosaikartigen Aggregaten verbunden; dieser Ausbildung begegnet man auch in den Phonolithen sehr häufig. Blättrige und körnige Aggregate sind besonders in den Dioriten zu Hause. — In vielen Gesteinen sinkt die Hornblende auch zu mikroskopischen Individuen herab und diese durchschwärmen einzeln die Gesteinsmasse, oder sie lagern sich zu kreuzförmigen, sternförmigen, ährenförmigen Gruppen (cf. Pechstein) und bilden auch wohl kranzförmige Einfassungen um andre Gesteinsgemengtheile. Besonders bei diesen kleinen Individuen sind gabel-

förmige Endigungen häufig, auch zeigen sie oft unregelmässige Verjüngungen und keulenartige Anschwellungen.

Die Durchschnitte der gemeinen und basaltischen Hornblende unterscheiden sich von den sonst so ähnlichen des Augites recht schön durch die scharfen Spalten und Risse, welche ihrer vollkommenen prismatischen Spaltung entsprechen. Dieselben bilden, wenn der Schliff mehr oder weniger senkrecht zu c traf, rhombische Figuren von genau oder annähernd 124° 30′ und den entsprechenden spitzen Winkeln und erscheinen bei Schliffen parallel c wie eine geradlinige Parallelstreifung, welche oft an Glimmerdurchschnitte erinnert. Eine Verwechslung mit diesem Mineral ist indessen wegen der verschiedenen Orientirung der optischen Hauptschnitte in den meisten Fällen nicht wohl möglich. —

In den Trachyten, Andesiten, Phonolithen und Basalten findet sich oft um die Hornblende-Individuen ein schmalerer oder breiterer Rand von Magnetit, wie dieser auch bei Augit und Olivin vorkommt. Ja die Analogie geht so weit, dass auch hier entweder die Hornblendekrystalle scharf gegen den Magnetithof abschliessen, oder aber, dass ihre Substanz sich allmählig in denselben verläuft, wobei dann der peripherische Magnetit meistens nach aussen genau die Hornblende-Umrisse simulirt (vgl. pag. 156, 157). Auch finden sich hie und da jene scheinbaren Afterkrystalle von Magnetit mit fremden Mineralien gemengt nach Hornblende, welche oben pag. 292 gelegentlich des Augites eines Weiteren erörtert wurden. —

Eigentlich charakteristische Interpositionen hat die Hornblende nicht und bei der Mannichfaltigkeit der sie beherbergenden Gesteine ist es natürlich, dass die Einschlüsse in verschiedenen Vorkommnissen verschieden seen. So bemerkt man in den Hornblenden der syenitischen und granitischen Gesteine, welche oft recht frisch, fast glasig aussehen, dieselben farblosen Mikrolithe, wie sie der associirte Quarz führt; dann auch wohl opake bis braundurchscheinende Körperchen, welche auch oben aus dem Aktinolith von Pontresina erwähnt wurden und die wohl identisch mit denen sind, welche ZIRKEL* aus der Hornblende von Gèdres de Bareilles beschreibt. Daneben umschliesst sie gern Blättchen von Biotit, Körner von Magnetit und Säulchen von Apatit. Die beiden letzteren Mineralien sind häufige Gäste in allen Hornblenden. Leere interkrystalline Räume, welche sich in der syenitischen Hornblende finden, dürften wohl kaum Etwas mit Dampf- oder Gasporen gemein haben. — In den Ophiten der Pyrenäen, welche in der Mitte zwischen Dioriten und Amphiboliten stehen, führt die

* Ztschrft. der deutsch. geol. Ges. XIX. 99 sqq. 1867.

Hornblende nach ZIRKEL* oft Epidotnädelchen, welche z. Th. mit Sicherheit als Umwandlungsproducte derselben erkannt werden können. — In den phonolithischen Gesteinen umschliesst die Hornblende Nephelin (selten; so auch Leucit und Melanit in den Leucitophyren), Magnetit, farblose prismatische Mikrolithe, rundliche Glasfetzen mit und ohne anhängende fixe Bläschen, und Gasporen. — In den dioritischen Felsarten sind es besonders Blättchen von Biotit oder Phlogopit, Körner von Magnetit, Mikrolithe von Hornblende selbst und von feldspathigen Mineralien, sowie Säulchen von Apatit, welche als Interpositionen von Hornblende auftreten. BEHRENS erwähnt auch hier Dampfporen und Glastropfen, doch konnte ich dergleichen in den von mir beobachteten Gesteinen nirgends mit Sicherheit constatiren.

Alle Hornblenden werden mit grüner oder brauner Farbe durchsichtig, die nur selten in gelb- bis rothbraun übergeht; bei der basaltischen Hornblende tritt wegen der tiefen Färbung erst bei sehr grosser Dünne des Schliffes Durchsichtigkeit ein. — Die eigentliche Hornblende ist optisch negativ mit sehr seltenen Ausnahmen, der Pargasit dagegen optisch positiv. Bei allen Amphibolen liegen die optischen Axen in der Symmetrieebene, aber der Winkel derselben und die Lage der optischen Hauptschnitte zu den krystallographischen (Neigung von a und c zu a und c) wechselt, wenngleich ihre Abweichung (zwischen 1° und 18°) wohl niemals so gross wird, wie bei Augit und Diallag. An Hornblende von Capo de Gatas bestimmte DESCLOIZEAUX die Neigung der negativen Bissectrix zu der Normalen auf oP zu 60° 2′, zu der auf $\infty P\bar{\infty}$ zu 15°; also genau wie bei Aktinolith. (Man vergl. diesen und die Fig. 92.) — Bei einer braundurchsichtigen Hornblende von Bilin (?) fand er dagegen die negative Bissectrix fast senkrecht auf $\infty P\bar{\infty}$ und c nur um 1°—2° gegen c geneigt. Dabei war $AB\varrho = 92° 37'$ in Oel. Um die eine Axe waren die Ringe rund und die Hyperbel war lebhaft innen grün, aussen roth gesäumt. Das Ringsystem der andern Axe war ein wenig oval, die Hyperbe kaum merklich innen grünlich, aussen röthlich gefärbt, also $\varrho < \nu$, wie dieses auch für Aktinolith und andere Hornblenden gilt. — An optisch positiver Hornblende, welche mit Diallag im Gabbro von Vopersdorf vorkommt, fand TSCHERMAK die Neigung von c zu einer Normalen auf $\infty P\bar{\infty} = 70° 7'$ und zu einer Normalen auf oP = 145°. Die durch $\infty P\bar{\infty}$ in Luft austretende optische Axe machte einen Winkel $u = 49° 30'$ mit der Senkrechten auf diese Fläche. $\beta\rho = 1.642$. Daraus ergiebt sich

* Ztschrft. d. deutsch. geol. Ges. XIX. pag. 119 sqq.

der wirkliche Axenwinkel $AB_\rho = 85^0\ 4'$. — An Karinthin von der Saualpe fand derselbe Forscher c zu einer Senkrechten auf $\infty P\breve{\infty} = 73^0$, c zu einer Senkrechten auf oP = 148^0, u = $45^0\ 50'$. — Bei schwarzer Hornblende von Arendal betrugen die Neigungen von c zu den Normalen auf $\infty P\breve{\infty}$ und oP $72^0\ 30'$ und $147^0\ 30'$. — An der schwarzen basaltischen Hornblende von Cernosin (Wolfsberg) fand TSCHERMAK die Neigung von c zur Senkrechten auf $\infty P\breve{\infty} = 88^0\ 20'$ und zur Senkrechten auf oP = $163^0\ 20'$. Fast identisch damit war das Verhalten der in Augit parallel eingewachsenen Hornblende von Boreslau.* Bei beiden also sind die Verhältnisse, wie bei dem von DESCLOIZEAUX untersuchten Vorkommniss von Bilin (?) und die eine Elasticitätsaxe fällt fast mit der krystallographischen Hauptaxe zusammen, so dass man leicht die mikroskopischen Durchschnitte solcher Krystalle bei Untersuchung zwischen gekreuzten Nicols oder im Stauromikroskop für rhombisch halten könnte. An der Hornblende vom Wolfsberg bestimmte HAIDINGER noch den wirklichen Axenwinkel $AB_\rho = 79^0\ 24'$. — Sehr interessant ist die Beobachtung TSCHERMAK's, dass bei der aus einem dunklen Kern und abwechselnd hellen und dunklen Schichten bestehenden Hornblende vom Vesuv der spitze Winkel mit der negativen Bissectrix im dunklen Kern weit kleiner ist, als in den helleren peripherischen Zonen, da man bei Blättchen parallel $\infty P\breve{\infty}$ im ersten Fall das eine sichtbare Axenbild fast in der Mitte des Gesichtsfeldes, im zweiten Falle dagegen weit nach aussen sieht.

Der Pleochroismus der Hornblenden (cf. Taf. IX, Fig. 53) ist sehr deutlich und auffallend und kann mit Vortheil zur Unterscheidung von Augit und von Diallag verwendet werden. Andere Mineralien wie Biotit, Turmalin etc. mit ähnlichem Pleochroismus und starken Absorptionsunterschieden sind meistens sicher von der Hornblende durch die Lage der optischen Hauptschnitte zu trennen. Nur der Epidot könnte zu Verwechslungen Veranlassung geben, doch sind bei ihm die Absorptionsunterschiede nicht entfernt so stark wie bei Hornblende, welche wegen dieser Eigenschaft von BREITHAUPT statt der Turmaline zu Polarisationsapparaten empfohlen wurde. Der starke Pleochroismus lässt selbst im gewöhnlichen Lichte die Durchschnitte der Hornblende in ein und demselben Schliff verschiedenfarbig erscheinen, je nachdem sie einer oder der andern krystallographischen Richtung entsprechen. Folgende Beobachtungen TSCHERMAK's über die Farben mögen hier Platz finden:

* Mikroskopisch finden sich solche Augite (braun) mit Hornblendekernen (grün) ganz ausgezeichnet im Basalttuff von Hohennef im Siebengebirge.

	c	b	a
Hornblende Volpersdorf	braun,	gelb,	gelbgrün,
Karinthin Saualpe . .	grünlichbraun,	gelbbraun,	gelbgrün,
Hornblende Arendal .	schwarzbraun,		braungelb,
Hornblende (aus Diorit)			
Pressburg	schwarzbraun,	bräunlichgrün,	gelbgrün,
Hornblende Franconia	braunschwarz,	braun,	braungelb,
„ Vesuv . .	graubraun,	gelbbraun,	schmutziggrün,
„ Cernosin .	schwarzbraun,	bräunlichroth,	honiggelb.

Die Absorption ist stets c>b>a. — Am auffallendsten sind natürlich die Farbenunterschiede der beiden durch Drehung des unteren Nicol erhaltenen Bilder bei Durchschnitten parallel $\infty P\breve{\infty}$, weil man hier die den Elasticitätsaxen c und a entsprechenden Schwingungen beobachtet.

Die Hornblende ist ausserordentlich verbreitet in den Gesteinen, so besonders im Syenit und Syenitgranit (nicht zu verwechseln mit Biotit), Zirkonsyenit, Miascit, Foyait; dann in Porphyren,* hier oft zierliche blaugrüne Mikrolithe bildend; in Quarztrachyt,** in Pechstein und verwandten Felsarten, in Phonolith (oft ist neben ihr Augit vorhanden; so am Kaiserstuhl); in Teschenit,*** in Nosean-Melanitgestein, † in Leucitgesteinen, †† in dioritischen Gesteinen (mit Biotit, selten mit Augit), in Gabbro's neben Diallag, in Andesiten ††† (mit Augit), in Melaphyr, *† in Porphyrit, *†† in Basalten.

Anhang: In einzelnen Zirkonsyeniten wird die gemeine Hornblende bisweilen durch den isomorphen, natronreichen Arfvedsonit vertreten, welcher auch in Grönland mit Sodalith, Eudialyt und Orthoklas bricht. Derselbe wird nur in sehr dünnen Schliffen mit tiefgrüner bis blaugrüner Farbe durchsichtig und verhält sich optisch wie Hornblende, sowohl in der Lage der optischen Hauptschnitte, wie im Pleochroismus. Schon H. Fischer *††† beobachtete Einlagerungen

---

* Zirkel, Mikrosk. Gesteinsstudien. Sitzber. d. Wien. Akad. d. Wissensch. XLVII. 245. — 12. März 1863.

** Vogelsang, Philosophie d. Geologie. Bonn 1867. 198, und Dressel, N. Jahrb. f. Min. 1870. 576.

*** Tschermak, Sitzber. d. Wien. Akad. d. Wiss. LIII. 276. 1866.

† G. vom Rath, Ztschrft. d. deutsch. geol. Ges. XIV. 664. 1862.

†† Zirkel, Pogg. Ann. CXXXVI. 549. 1869.

††† Rosenbusch, Ber. üb. d. Vhdgen. d. naturf. Ges. zu Freiburg i. B. VI. 1. pag. 88. 101. 105.

*† Richthofen, Sitzber. d. Wien. Akad. d. Wiss. XXXIV. 400. 1859.

*†† G. Rose, Ztschrft. d. deutsch. geol. Ges. XI. 306. 1859.

*††† Kritische, mikrosk.-mineral. Studien. 1te Fortsetzg. Freiburg i. B. 1871. pag. 6.

von Feldspath und Magnetit, und mikroskopische Verwachsungen mit Sodalith. Doch dürfte es nicht statthaft sein, den hohen Natrongehalt des Arfvedsonites von diesen, immerhin unbedeutenden, mikroskopischen Einschlüssen abzuleiten. — Es dürfte nicht unwahrscheinlich sein, dass manche Hornblende aus den Phonolithen zum Arfvedsonit gerechnet werden muss, wenigstens spricht dafür die tiefe Färbung und die auffallend leichte Schmelzbarkeit, welche ich, übereinstimmend mit FISCHER, an den Vorkommnissen vom Gönnersbohl im Hegau und Oberschaffhausen am Kaiserstuhl beobachtete.

8. Smaragdit.

Literatur.

R. HAGGE, Mikroskop. Untersuchungen über Gabbro etc. Kiel 1871, pag. 53.
R. VON DRASCHE, Ueber die mineral. Zusammensetz. der Eklogite. Mineral. Mittheilungen. 1871. II. 58 sqq. Wien 1872.

Der Smaragdit, worunter theilweise ein Gemenge von Pyroxen und Amphibol, theils aber eine grasgrüne Hornblende verstanden wird, findet sich in gabbroartigen Gesteinen und Eklogiten; niemals in Krystallform, stets in krystallinischen Aggregaten. In Eklogit pflegen die durch ihren Pleochroismus gut charakterisirten Säulchen und Nädelchen mit dem Omphacit parallel verwachsen zu sein. — Von den grobkörnigen Smaragditen konnte ich nur die von der Monte Rosa-Kette stammenden Geschiebe des Genfer Sees und ganz ähnliche Vorkommnisse aus dem Hegau (Gegend von Hilzingen) untersuchen. Beide erwiesen sich als sehr feinstänglige Aggregate von mattgrünlichweisser Farbe im durchfallenden Lichte, welche erst bei grosser Dünne durchsichtig wurden und dann keinen Pleochroismus mehr erkennen liessen. Sie werden in keiner Stellung zwischen gekreuzten Nicols dunkel, gehören also eigentlich in die Classe der Aggregate und sind nur deshalb hier eingereiht, weil von DESCLOIZEAUX untersuchte Stücke sich optisch wie Hornblende verhielten. — Eine deutliche Parallelstreifung stellt die genannten Vorkommnisse neben den Diallag, dem sie sich auch durch die gleichen bräunlichen und grünlichen, lamellaren und nadelförmigen Interpositionen nähern. Neben diesen finden sich in den Monte Rosa-Smaragditen zahlreiche gelbrothe bis braune Rutil-Körner und -Mikrolithe, oft in den bekannten knieförmigen Zwillingen, welche auch HAGGE erwähnt. In schräger Richtung zu der Faserstructur wird das Mineral von farblosen Adern durchzogen, welche aus parallelstengligen Aggregaten eines rhombischen Minerals (Zoisit?) bestehen. — Zu bemerken ist es, dass selbst da, wo im durchfallenden

Lichte keine Spur von Färbung mehr zu erkennen ist, der Smaragdit im auffallenden Lichte doch sehr deutlich die gras- bis smaragdgrüne Farbe zeigt. —

9. Uralit.

Literatur.

H. Fischer, Kritische, mikroskop.-mineral. Studien. 1te Fortsetz. Freiburg i. B. 1871. 9 sqq.

Der Uralit, welcher bei augitischer Krystallform die Spaltung und die übrigen physikalischen Eigenschaften der Hornblende zeigt, wurde bekanntlich von G. Rose in die Wissenschaft eingeführt. Man hat gewiss recht, wenn man im Uralit eine Paramorphose sieht, bei welcher ein Augitindividuum sich in ein streng parallèles Aggregat von Hornblendesäulchen umsetzte; jedenfalls lässt sich auch mikroskopisch die Sache nicht wohl anders auffassen und zwar scheint es, dass bei dieser Molekularumlagerung nicht einmal das Eisen als Magnetit ausgeschieden wurde. — Zur Untersuchung standen mir drei Handstücke der hiesigen akademischen Sammlung zu Gebote, welche von Miask, Mostowaja und Jarewo Nicolajewsk stammen und ein Geschenk G. Rose's sind.

Die Uralitdurchschnitte zeigen, wo sie annähernd senkrecht zur Hauptaxe trafen, aufs deutlichste, ein mikroskopisches Aggregat von Säulchen mit Winkeln von 124° 30′, während man bei Durchschnitten parallel der genannten Axe nur eine feinstfasrige Structur wahrnimmt (cf. Taf. IX, Fig. 54). Bei vielen Individuen bemerkt man deutlichst noch einen oder mehrere Kerne von Augitsubstanz, die sich leicht durch hellere Farbe, unscharfe Risse und besonders gut dadurch charakterisiren, dass ihre optischen Hauptschnitte einen viel grösseren Winkel mit der Hauptaxe machen, als dieses bei dem eigentlichen Uralit der Fall ist, und dass sie keinen Dichroismus bei Prüfung mit dem untern Nicol erkennen lassen (Jarewo). Auch erkennt man sowohl an den äusseren Umrissen, wie an dem optischen Verhalten des Uralits oft noch sehr schön die gewesenen Augitzwillinge (Miask und Mostowaja); ferner sieht man oft unregelmässig begrenzte Uralit-Aggregate, bei denen die Hauptaxen der einzelnen Individuen oder besser Individuenbündel sich unter regellosen Winkeln schneiden. In den Dünnschliffen des Uralits von Jarewo liegen oft in der wechselndsten Weise Augitsubstanz und Hornblendesubstanz durcheinander; übrigens finden sich auch gerade in diesem Gestein häufig primäre mikroskopische Hornblende-Individuen, deutlich an dem Krystallumriss zu erkennen, der auf ein Prisma von 124° 30′ hinweist.

Von fremden Interpositionen findet sich Magnetit recht selten und spärlich, feinste Calcitpartieen häufig zwischen den einzelnen Amphibolsäulchen, dann unbestimmbare, aber feldspathähnliche, farblose bis weisse, lebhaft polarisirende Körner in dem Uralit von Mostowaja.

Die optischen Verhältnisse des Uralits sind sehr interessant. Wo die Umlagerung der Augit- zu Hornblendemolekülen vollständig vollzogen ist, da beobachtet man auch strengstens das Verhalten der Hornblende im polarisirten Lichte und zwar ist der Parallelismus der einzelnen Säulchen ein so strenger, dass das Aggregat sich ganz wie ein einfaches Individuum verhält, also in seiner ganzen Ausdehnung gleichmässig dunkel und farbig zwischen gekreuzten Nicols erscheint. Wenn, was verhältnissmässig selten der Fall ist, der Parallelismus der Amphibolnadeln kein ganz strenger ist, so hat man natürlich Aggregatpolarisation und in keiner Lage tritt zwischen gekreuzten Nicols Dunkel, durch die ganze Substanz hin ein. Das Verhalten der Augit- und Amphibolgemenge (unvollendete Uralite) im polarisirten Lichte wurde schon erwähnt.

Der Pleochroismus der je nach Lage des Schnittes ölgrünen, seladongrünen oder gelbgrünen, auch grasgrünen Uralite ist sehr auffallend und selbst in sehr dünnen Schliffen noch vollkommen deutlich. Ebenso unverkennbar sind die Absorptionsunterschiede.

Bei allen untersuchten wirklichen Uralitgesteinen beobachtete ich deutlich ein weiteres Stadium der Umbildung, besonders häufig bei dem von Jarewo und ausnahmslos im sog. Uralitporphyr von Vizena. Es gehen nemlich die parallelfaserigen Amphibolaggregate in ein ebenso grüngefärbtes, bei sehr dünnen Schliffen auch stellenweise farbloses, verworren kurzfaseriges bis schuppiges Aggregat einer chloritisch aussehenden und sich optisch so verhaltenden Substanz über. Die Aggregate sind so überaus fein, dass sie sich zwischen gekreuzten Nicols fast wie ein isotroper Körper verhalten und bei einer vollen Horizontaldrehung dunkel zu bleiben scheinen. Dass aber auch diese chloritischen Aggregate aus lauter doppeltbrechenden Individuen zusammengesetzt sind, beweist ihr deutlicher Pleochroismus bei Prüfung mit dem Polarisator.

Fischer verweist mit Recht (l. c.) ein sog. Uralitgestein von Slatoust zu den Dioritschiefern; dahin gehört auch nach meinen Schliffen das von ihm zum Uralit gestellte Vorkommniss von Kastel bei Schönau im südlichen Schwarzwald. Ein vom Heidelberger Mineralien-Comptoir bezogenes Handstück „Uralitporphyr von Janowitz“ ist ein stark verwitterter Diabas. Dagegen erwies sich ein Vorkommniss von Upsala als ächter Uralit. — Am Lützelberg bei Sasbach und Hesslerbuck bei

Oberbergen am Kaiserstuhl, von wo Schill* Uralit angiebt, habe ich nie etwas anderes finden können, als Augit und am letzteren Ort Augit und Hornblende ohne genetische Beziehungen zu einander.

10. Sanidin.

Literatur.

Ch. E. Weiss, Beiträge zur Kenntniss der Feldspathbildung. Haarlem 1866.
H. Vogelsang, Philosophie der Geologie. Bonn 1867. 162 et passim.
Ferd. Zirkel, Ueber die mikroskop. Zusammensetzung der Phonolithe. Pogg. Ann. CXXXI. 300 sqq. 1867.
Ferd. Zirkel, Mikroskop. Gesteinsstudien. Sitzber. d. Wien. Akad. d. Wiss. XLVII. 1863. pag. 237, 246 und 247.
Ferd. Zirkel, Ueber d. mikrosk. Zusammensetzung und Structur der Lava v. Nea-Kaimeni etc. N. Jahrb. f. Min. 1866. 775 sqq.
H. Rosenbusch, Ueber einige vulk. Gesteine von Java. Ber. über d. Verhdl. der naturf. Ges. zu Freiburg i. B. VI. 1. pag. 95. 98. 103.

Der Sanidin findet sich in den Gesteinen als Krystall, Krystallkorn und Krystallfragment. Wo er als Krystall auftritt, hat er in weitaus den meisten Fällen die bekannten durch $\infty P\bar{\infty}$ tafelartigen oder aber die durch $\infty P\bar{\infty}$ und oP prismatischen Formen, wobei die Flächen ∞P, $P\bar{\infty}$, $\infty P\bar{3}$, $2P\bar{\infty}$ und P meistens sehr untergeordnet erscheinen.

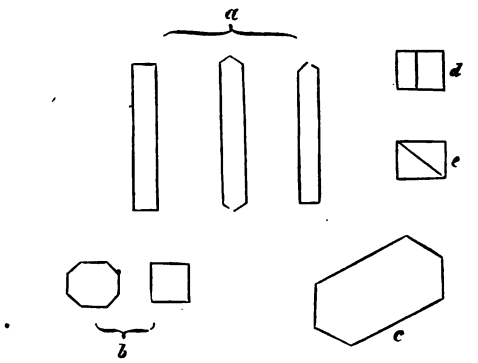


Fig. 93.

Die Durchschnitte sind, den angedeuteten Combinationen entsprechend, sehr mannichfach, doch begegnet man am häufigsten lang leistenförmigen (Fig. 93 a), parallel oP oder $\infty P\bar{\infty}$, welche je nach ihrer Neigung zur Hauptaxe, resp. Orthodiagonale vorn und hinten mit einer oder

* Geognost. mineral. Beschreibung des Kaiserstuhl-Gebirges. Stuttgart 1854, pag. 55 und 99.

mit zwei Seiten, oder endlich vorn mit einer, hinten mit zwei Seiten und umgekehrt enden; ferner rechteckigen bis quadratischen (auch achteckigen, wenn neben oP und $\infty P\bar{\infty}$ noch $2P\bar{\infty}$ vorhanden ist) Fig. 93 b, falls der Schliff den Krystall annähernd in der Richtung des Orthopinakoids traf oder endlich sechsseitigen, wenn ein tafelförmiges Individuum parallel dem Klinopinakoid getroffen wurde, so dass die Seiten den Flächen oP, ∞P, $P\bar{\infty}$ entsprechen, Fig. 93 c. — Oft lässt schon die Beobachtung im gewöhnlichen Lichte bei den leistenförmigen, besser noch bei den annähernd quadratischen Durchschnitten eine feine Naht wahrnahmen, welche entweder parallel einem Seitenpaare verläuft (Fig. 93 d) und auf Zwillingsbildung nach dem Carlsbader Gesetz deutet, oder wie die Diagonale liegt (Fig. 93 e) und dann einer Zwillingsbildung nach dem Bavenoer Gesetze entspricht. Aber auch da, wo im gewöhnlichen Lichte keine Spur einer Zwillingsverwachsung wahrgenommen wird, macht sich diese durch das verschiedene optische Verhalten im polarisirten Lichte noch merklich (cf. Taf. IX, Fig. 53). In manchen Gesteinen ist diese Zwillingsbildung fast häufiger, als einzelne Individuen; in andern dagegen tritt sie nur vereinzelt auf oder fehlt ganz. Schon Weiss (l. c.) machte darauf aufmerksam, dass die Bavenoer Zwillinge keineswegs auf die aufgewachsenen Krystalle beschränkt sind und auch meine Präparate lassen sie in den mannichfachsten Gesteinen erkennen; doch sind dieselben gegenüber der Häufigkeit der Carlsbader Zwillinge verhältnissmässig seltene Erscheinungen. Die Grenze zwischen den gesetzmässig verwachsenen Individuen ist meistens, zumal bei den mikroskopischen, eine scharfe gerade Linie; bei grösseren Krystallen setzt sie bisweilen ab, verläuft auch wohl gewunden und unregelmässig.

Die grösseren, porphyrartigen Einsprenglinge des Sanidins in den vulkanischen Gesteinen zeigen sich oft aus zahlreichen, parallelgestellten, kleineren Individuen zusammengesetzt und haben dann dem entsprechend unregelmässige, ein- und ausspringende Begrenzungselemente. Auch findet man die grösseren Sanidine oft zerbrochen, so dass in einem Dünnschliff nicht ein einziger, normal begrenzter Krystall, sondern nur Fragmente erscheinen. Das weist darauf hin, dass diese Krystalle schon gebildet waren, als das Gestein sich noch in Bewegung befand und dann in Folge eben dieser zerbrachen. Auf ähnliche Verhältnisse lassen die wie angeschmolzen aussehenden Sanidinkörner schliessen, welche, wie das die Art der Anordnung ihrer Interpositionen zeigt, gewiss ursprünglich normal begrenzte Krystalle waren, und erst später durch Schmelzung ihre geradlinig polygonalen Umrisse verloren. Dass

aber in beiden Fällen die Krystalle nicht etwa von aussen mechanisch in die Gesteinsmasse hineingeriethen, sondern sich aus dieser selbst ausschieden, das lassen ihre Einschlüsse meistens mit apodiktischer Gewissheit erkennen. Nur sehr selten werden krummlinige Einbiegungen der Krystallumrisse beobachtet, denen dann auch wohl eine im gleichen Sinne erfolgte Verschiebung der Interpositionen entspricht.

In manchen Fällen sind die Sanidine von idealer Reinheit der Substanz, während wieder in anderen Gesteinen die Menge der fremdartigen Einschlüsse eine wahrhaft erstaunliche ist und zwischen diesen beiden Extremen giebt es alle denkbaren Uebergänge. Manche dieser Einschlüsse werden erst im polarisirten Lichte deutlich wahrnehmbar. Dann sieht man oft, dass ein grösseres Sanidinindividuum kleinere bis herab zu mikrolithischen Dimensionen umschliesst, ohne dass deren Stellung zum Wirthe irgendwie eine gesetzmässige wäre. Ferner beobachtet man dann oft, dass die Interferenzfarbe nicht ein- und dieselbe durch den ganzen Krystall hin ist, sondern dass verschiedene Farben unregelmässig streifenartig wechseln. Es liegt nahe, ein solches Phänomen im Sinne der TSCHERMAK'schen Feldspaththeorie auf lamellare Verwachsung von Sanidin und Albit zu deuten; doch muss man nicht vergessen, dass verschiedene Dicke des Präparats an verschiedenen Stellen die gleiche Erscheinung bedingen kann und nur dann ist die erstgenannte Deutung eine berechtigte, wenn aus dem auf Dunkel eingestellten Durchschnitt bei gekreuzten Nicols einzelne Stellen farbig hervorleuchten, die nicht auf Zwillingsverwachsung nach dem Carlsbader oder Bavenoer Gesetze zurückzuführen sind. —

Unter den mit dem Sanidin associirten Mineralien, welche öfters als Interpositionen in demselben auftreten, ist zuerst der Plagioklas zu nennen (sehr schön in den Domiten der Auvergne, auch in den Trachyten und Andesiten), dann wasserklare Nephelinkryställchen und Noseane (in den Phonolithen, cf. Taf. X, Fig. 55), nur sehr ausnahmsweise Leucit in den Leucitophyren, Hornblende und Augit häufig, Magnetit schon seltener. In den Sanidinen des Trachyts vom Hofe Fagranes in Öxnadalr, Island, erwähnt ZIRKEL auch Streifen und Wolken von Chlorit.

Lange nadelförmige, farblose Mikrolithe sind in allen Sanidinen eine häufige Erscheinung. Ganz besonders reich aber pflegen die Sanidine der trachytischen und andesitischen Gesteine an Einschlüssen des Magmas zu sein, in welchem sie sich bildeten, während die der Phonolithe solche Einschlüsse im Ganzen doch nur spärlich enthalten. Dieselben erscheinen meistens als rundliche, oder unregelmässig geformte Glasfetzen ohne oder mit einem oder mehreren anhängenden

fixen Bläschen. Nur seltener zeigen diese Glaseinschlüsse krystallinische Umrisse, entsprechend einem Negativ ihres Wirthes. Das Volum-Verhältniss von Glasfetzen und Bläschen ist ein sehr wechselndes; ganz unverhältnissmässig gross fand ich die Bläschen oft in den losen Sanidinen von Wehr. — Die ursprünglichen Glaseinschlüsse sind ihrerseits oft theilweise bis ganz krystallinisch entglast, wie sich das besonders schön an den Sanidin-Einsprenglingen des Pechsteins von Arran (cf. SORBY) und anderer Fundorte beobachten lässt. — Auch leere, stark dunkelumrandete Gasporen sind in den trachytischen und andesitischen Sanidinen sehr häufige, in den phonolithischen seltenere Gäste. — Dagegen scheinen Flüssigkeitseinschlüsse eine sehr seltene Erscheinung zu sein; recht deutlich sind sie, wie schon ZIRKEL angab, in den Sanidinen des Quarztrachyts der kleinen Rosenau im Siebengebirge.

Neben diesen ursprünglichen Interpositionen trifft man auf den der Spaltung nach oP und $\infty P\bar{\infty}$ entsprechenden und anderen der Absonderung nach $\infty P\bar{\infty}$ parallelen oder ganz unregelmässig verlaufenden Rissen häufig Infiltrationen von Eisenoxyd und Eisenoxydhydrat, sowie von andern unbestimmbaren Substanzen. Auch wird der Sanidin an den Rändern dieser Spalten hie und da durch körnige und sehr fein- und kurzstrahlige Zersetzungsproducte wenig durchscheinend bis undurchsichtig. —

Die Anordnung der oben genannten primären Interpositionen ist nur selten eine willkürliche; weitaus in den meisten Fällen wird sie durch die Krystallform des Wirthes bedingt. Dabei häufen sich die Einschlüsse entweder central an, während die peripherischen Theile mehr oder weniger frei von ihnen sind, oder aber sie bilden einen starken peripherischen Gürtel und lassen das Krystallcentrum frei. Fast noch häufiger indessen trifft man sie in mehreren, oft sehr zahlreichen, concentrischen Zonen eingelagert, die genau den Krystallumrissen entsprechen und man kann dann, wenn sie sich in einem Sanidin k o r n finden, die ursprüngliche Krystallform desselben und die Lage des Durchschnitts aus der Anordnung der Einschlüsse erkennen. Dass sich die verschiedenen Arten der Anordnung der Interpositionen auch unter einander combiniren, bedarf wohl keiner weiteren Erwähnung.

Recht bemerkenswerth ist es, dass oft in einem Dünnschliff sämmtliche Sanidine genau parallel zu einander liegen, was man deutlich daran erkennt, dass alle Durchschnitte derselben bei einer und derselben Horizontallage des Schliffes zwischen gekreuzten Nicols gleichzeitig dunkel werden. —

Die optischen Eigenschaften des Sanidins sind ausserordentlich in-

teressant und ihre Beobachtung bietet meistens keinerlei Schwierigkeiten dar. Der Sanidin ist stets optisch negativ und die Ebene der optischen Axen liegt am häufigsten in einer zu $\infty P\breve{\infty}$ senkrechten, gegen die Hauptaxe im Sinne eines negativen Orthodoma's geneigten Ebene (s. Fig. 94), seltener im Klinopinakoid (s. Fig. 95). Im ersten Falle zeigt der Sanidin und zwar sehr deutlich die horizontale Dispersion seiner optischen Constanten, im zweiten dagegen ist die geneigte Dispersion kaum durch die Form oder Färbung der Axenbilder zu bemerken. Wie auch die Lage der optischen Axenebene sei, die Bissectrix (Axe der grössten Elasticität) macht mit der Klinodiagonalen stets einen Winkel von 4^0—5^0 und mit der vorderen Prismenkante einen solchen von 111^0—112^0. Die Neigung der optischen Axen zu einander ist sehr variabel, ja an einer und derselben Platte oft an verschiedenen Stellen verschieden, und selbst die Ebene derselben wechselt an verschiedenen Stellen derselben Platte. Dann unterscheiden sich auch meistens die optisch verschiedenen Stellen physikalisch durch grössere oder geringere Durchsichtigkeit. Die optischen Anomalien gehen auch wohl so weit, dass die Axen für rothes Licht in einer zur Symmetrieebene senkrechten Fläche, die für blaues in der Symmetrieebene liegen. Die Dispersion der optischen Axen ist stets $\varrho > v$, wenn sie in einer zu $\infty P\breve{\infty}$ senkrechten Ebene, $\varrho < v$, wenn sie in $\infty P\breve{\infty}$ liegen. Eine einzige entgegengesetzte Beobachtung Heusser's am Adular, welcher sich sonst genau wie der Sanidin verhält, ist bisher nicht bestätigt worden und steht ganz vereinzelt.

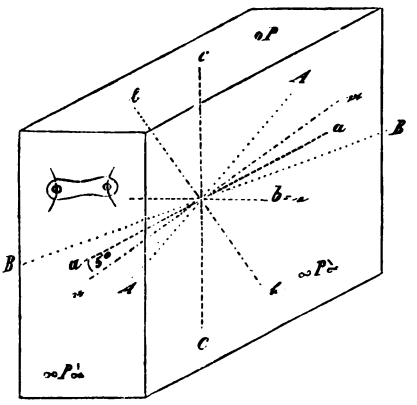


Fig. 94.

Man sieht sogleich aus Fig. 94 und 95, dass man zur Beobachtung der optischen Axenbilder eine Fläche etwa senkrecht zu den beiden Hauptspaltungsflächen anschleifen muss, möge die Lage der opti-

schen Axenebenen die eine oder die andre sein. Aber auch Platten parallel $\infty P\bar{\infty}$ oder parallel ∞P genügen wohl zur Untersuchung, wenn auch die Interferenzfigur natürlich verschoben erscheint. Da beim

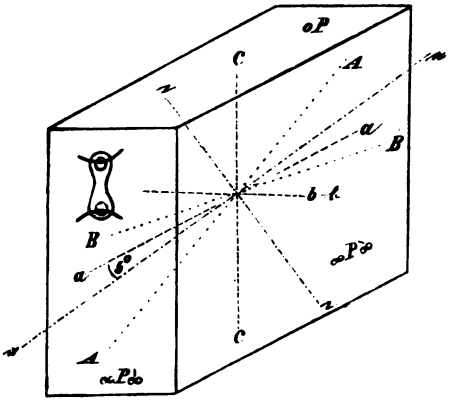


Fig. 95.

Sanidin häufig eine rohe Absonderung nach $\infty P\bar{\infty}$ vorhanden ist, so benutzt man diese bequem bei Herstellung der optischen Präparate. Die im Folgenden angegebenen Erscheinungen kann man sehr gut an den leicht zugänglichen Sanidinen von Wehr studiren. — Liegen die optischen Axen in einer zu $\infty P\bar{\infty}$ senkrechten Ebene (Fig. 94), dann ist natürlich die Orthodiagonale Axe der kleinsten Elasticität, b = c, und die optische Queraxe verläuft in der Richtung der Linie bb. Das Axenbild (am besten beobachtet man die Hyperbeln bei der 45° Stellung) liegt, wie in der Figur angegeben, parallel einer Kante $oP : \infty P\bar{\infty}$ und senkrecht zu einer Kante $oP : \infty P\bar{\infty}$. Ist dagegen die Symmetrieebene zugleich Ebene der optischen Axen, so ist die Orthodiagonale Axe der mittleren Elasticität (b = b) und die Interferenzfigur liegt, wie in Fig. 95 angegeben, senkrecht zu der früheren Lage; genauer hätte sie eigentlich parallel der Linie cc gezeichnet werden müssen. — Um die Unterschiede im Verhalten des Sanidins gegen rothes und blaues Licht zu studiren, muss man natürlich homogenes Licht der genannten Farben anwenden oder durch entsprechend gefärbte Gläser beobachten. — Gehörte das Präparat einem Zwillingskrystall an, so würde man natürlich bei Verschiebung desselben im Polarisationsapparat zwei Interferenzfiguren in verschiedener Stellung wahrnehmen und bei einem Bavenoer Zwilling würden sie senkrecht zu einander liegen, wie das Schema Fig. 96 zeigt. —

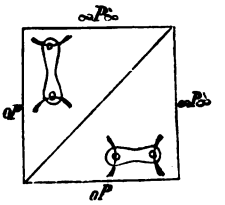


Fig. 96.

DesCloizeaux,* welcher das optische Verhalten einer grossen Anzahl natürlicher und künstlicher Krystalle bei verschiedenen Temperaturen untersuchte, machte die wichtige Entdeckung, dass bei steigender Temperatur der Winkel der optischen Axen kleiner wird, wenn diese in einer zu $\infty P\bar{\infty}$ senkrechten Ebene liegen, grösser dagegen, wenn $\infty P\bar{\infty}$ selbst die optische Axenebene ist. Abnahme der Temperatur hat selbstverständlich die entgegengesetzte Wirkung. Kommt es nicht auf genaue Messungen an, so kann man diese Erscheinung auch im gewöhnlichen Nörremberg'schen Polarisationsapparat sehr schön beobachten, ja sogar vermittelst eines eingeschobenen Ocularmikrometers annähernde Bestimmungen über die Grösse des optischen Axenwinkels bei verschiedenen Temperaturen machen. Man wähle eine Platte des Sanidins von Wehr, worin der Winkel AB nicht zu gross sei (etwa bis 30°). Erwärmt man diese über einer Spiritusflamme bis zum Schäumen des Canadabalsams und schiebt sie dann in den Polarisationsapparat ein, so bemerkt man sofort, dass die Interferenzfigur senkrecht zu ihrer früheren Lage steht, weil die optische Axenebene in $\infty P\bar{\infty}$ übergegangen ist. Beobachtet man nun bei fortdauernder Abkühlung weiter, so sieht man, wie die Hyperbeln sich nähern, weil der Axenwinkel kleiner wird, dann zusammenfallen, so dass die Interferenzfigur fast wie die eines optisch einaxigen Krystalls aussieht, und endlich sich in einer zur ersten senkrechten Richtung wieder öffnen. Während dieses Processes bleibt die Bissectrix stets Axe der grössten Elasticität, und nur die beiden andern Elasticitätsaxen werden vertauscht, so dass die Orthodiagonale einmal Axe der kleinsten, dann der mittleren Elasticität wird. Die Lage der Elasticitätsaxen scheint dabei gar nicht verändert zu werden bei horizontaler Dispersion und nur sehr schwach bei geneigter.

Die beschriebenen Veränderungen in der Lage der optischen Axen sind nur vorübergehend, so lange die angewandte Temperatur nicht über 500° C. sich erhebt. Setzt man dagegen die Platten längere Zeit einer Temperatur von 600° C. bis 1000° C. aus, so bleiben die eingetretenen Veränderungen constant und die Platte kann nicht in den ursprünglichen optischen Zustand zurückgeführt werden. — Für die Zahlenwerthe, welche aus DesCloizeaux's Untersuchungen sich ergaben,

* cf. Manuel de Minéralogie. Paris 1862, pag. 330 sqq. — Observations sur les modifications permanentes et temporaires que l'action de la chaleur apporte à quelques propriétés optiques de plusieurs corps cristallisés. Ann. des Miner. tome II. 1862. — Nouvelles observations sur etc. Mém. lu à l'Académie des Sciences. 27. Oct. 1862. — Nouvelles Recherches sur les propriétés optiques etc. Paris 1867. pag. 152.

muss ich auf die citirten Schriften verweisen, da deren Anführung zu viel Raum beanspruchen würde und die Details solcher Untersuchungen diesem Buche ja auch ferner liegen. Hier mögen nur wenige Zahlenangaben über die optischen Verhältnisse des Sanidins bei gewöhnlicher Temperatur Platz finden. HEUSSER bestimmte an Sanidin von Rockeskyll in der Eifel den scheinbaren Axenwinkel in Luft zu 42° 16′ für rothe Strahlen mit $\beta = 1.52386$ und für blaue Strahlen zu 35° 50′ mit $\beta = 1.53488$. Dabei lagen die Axen in einer zu $\infty P\bar{\infty}$ senkrechten Ebene. Bei einem andern Krystall, bei welchem die optischen Axen in $\infty P\bar{\infty}$ lagen, fand er die gleichen Winkel $AB_\rho = 28°$ 48′ und $AB_\upsilon = 36° 14'$. — DESCLOIZEAUX bestimmte an einem Sanidin von Wehr durch Rechnung aus den Hauptbrechungsexponenten den Winkel der rothen, in einer zu $\infty P\bar{\infty}$ senkrechten Ebene liegenden Axen in Luft zu 20° 45′, den wirklichen Axenwinkel zu 13° 24′, und beobachtete in Luft $AB_\rho = 17°$. Für die in $\infty P\bar{\infty}$ liegenden blauen Axen berechnete er ebenso den scheinbaren Axenwinkel zu 18° 14′, den wirklichen zu 11° 51′ und beobachtete in Luft $AB_\upsilon = 11°$. —

Schon DESCLOIZEAUX hatte die natürlich vorkommenden Abweichungen in der Grösse des Winkels und der Orientirung der Ebene der optischen Axen mit Temperaturunterschieden in Beziehung gesetzt, denen die Krystalle in der Natur ausgesetzt gewesen sein müssten. Wenn in Wirklichkeit die Grösse des Axenwinkels und die Orientirung der Axenebene eine Function der Temperatur, nicht der chemischen Constitution bei den Feldspathen sein sollte, so liegt es auf der Hand, welch weittragende Schlüsse man aus der optischen Untersuchung der in den Gesteinen eingewachsenen Feldspathe auf die Entstehung und Geschichte dieser Gesteine ziehen könnte. Besonders von diesem Gesichtspunkte aus untersuchte nun WEISS in seinem oben citirten werthvollen Werke eine grosse Reihe von Feldspathen optisch und zog aus seinen Beobachtungen, deren Einzelheiten l. c. nachzusehen sind, nachstehende Folgerungen, wobei er mit glücklich gewähltem Ausdrucke diejenigen Feldspathe analog nennt, bei denen der spitze Winkel der optischen Axen mit der Temperatur wächst und abnimmt, antilog dagegen diejenigen, bei denen Temperatur und Grösse des optischen Axenwinkels sich umgekehrt zu einander stellen.

Nach ihm ist das optische Verhalten eines orthotomen Feldspathes zum Theil generell, zum Theil individuell. Generelle Erscheinungen können ihre Ursache nur im krystallinischen Bau haben, individuelle dagegen in der chemischen Constitution, in Temperatureinflüssen und andern Molekularwirkungen. Generell ist der negative

Charakter der Doppelbrechung, individuell die Lage der optischen Axen und ihr Winkel. Es giebt unter den Feldspathen antiloge, analoge und solche, die antilog und analog sind; dabei aber ist es eine generelle Erscheinung, dass die antiloge Periode der analogen vorausgeht und dass alle Krystalle antilog sind, so lange ihre Axen in einer zu $\infty P\bar{\infty}$ senkrechten Ebene liegen, analog aber, sobald $\infty P\bar{\infty}$ die optische Axenebene ist. Generell ist es ferner, dass auch nach Eintreten permanenter Veränderungen in der Lage der optischen Axen der Krystall noch immer den oben ausgesprochenen, thermischen Gesetzen folgt. Individuell dagegen ist die Empfindlichkeit des Krystalls gegen den Einfluss der Wärme, sowohl in Beziehung auf die vorübergehenden, wie dauernden optischen Modificationen, also auch die Temperaturgrenze, bei welcher die Modificationen permanent werden und die Grösse der bei gewissen Temperaturen sich vollziehenden permanenten Veränderungen in der Lage der optischen Axen, so dass also bei einem Krystall bei einer bestimmten Erwärmung die optischen Axen schon in $\infty P\bar{\infty}$ übergegangen sein können, bei welcher in einem andern Krystall sich nur der Winkel derselben in einer zu $\infty P\bar{\infty}$ senkrechten Ebene um gewisse Grade verkleinert hat. Individuell ist ferner die grössere oder geringere Gleichförmigkeit der Eigenschaften in den einzelnen Theilen eines und desselben Krystalls. Generell dagegen ist es, dass bei antilogen Krystallen die optischen Axen für blaues Licht früher d. h. bei geringerer Temperatur in die Symmetrieebene übergehen, als die Axen für rothes Licht.

Höchst interessant sind auch die geologischen Folgerungen, welche Weiss aus seinen Untersuchungen zog. Er fand in den Gesteinen eine vollständige optische Reihe von Feldspathen, von solchen mit den grössten Winkeln der antilogen Periode bis zu solchen mit ziemlich grossen der analogen Periode und die Mannichfaltigkeit wird noch grösser, wenn man die individuelle Empfindlichkeit der Krystalle in Rechnung zieht, wonach ein unempfindlicher antiloger Krystall mit recht grossem Axenwinkel dennoch derselben Temperatur ausgesetzt gewesen sein kann, wie ein sehr empfindlicher analoger. Nun sind die weitaus meisten Feldspathe antilog und haben selbst ziemlich grosse Axenwinkel, so die Orthoklase der Granite, Gneisse, Syenite, die Sanidine der Phonolithe, mancher Trachyte, Dolerite, Conglomerate und die losen Krystalle vom Laacher See, ferner sonderbarerweise die Sanidine aus Laven, Schlacken und Obsidian trotz ihrer nicht geringen Empfindlichkeit. Alle diese zeigen also kaum merkliche oder doch nur mässige Gluthspuren. Deutlicher pflegen die Gluthspuren in den

Feldspathen der Porphyre, Pechsteine und Quarztrachyte zu sein. Auch die Sanidine noch thätiger Vulkane, wie solche aus den trachytischen Gesteinen vorhistorischer Vulkane, die Feldspathe aus fremden Einschlüssen in Schlacken und Laven, ferner manche auf Klüften in Granit und anderen Gesteinen aufgewachsene und frei krystallisirte Feldspathe lassen deutliche Gluthspuren erkennen. Höchst bemerkenswerth ist es, dass der künstliche Sangerhäuser Feldspath die stärksten Gluthspuren zeigte, da er analog mit grossem Axenwinkel gefunden wurde. Wo verschiedene Stellen eines und desselben Krystalls sich optisch verschieden verhalten und sogar analoge neben antilogen Stellen aufweisen, da nimmt Weiss eine parallele Verwachsung verschieden empfindlicher Individuen an und macht sehr passend darauf aufmerksam, dass ja die einzelnen Individuen in ein- und demselben Gestein ebenfalls sich optisch sehr verschieden verhalten. Mit Recht zieht Weiss endlich den Schluss aus seinen Beobachtungen, dass die optischen Eigenschaften der Sanidine die Annahme unmöglich machen, Phonolithe, Trachyte, Porphyre und Granite könnten nie einer hohen Temperatur ausgesetzt gewesen sein, weil ihre Feldspathe keine merklichen Gluthspuren tragen, indem er besonders auf das Verhalten des Sanidins vom Arso-Strom hinweist. Doch führen die optischen Eigenschaften auch der Sanidine mit den stärksten Gluthspuren nicht auf die Annahme einer so hohen Temperatur, wie nöthig wäre, um die sie enthaltenden Gesteine in trockenen Fluss zu bringen.

Der Sanidin findet sich als selbstständige Felsart im Sanidinit und bildet einen wesentlichen Gemengtheil vieler Trachyte,* Andesite, Phonolithe** und Leucitophyre, sowie der analogen Laven;*** überdiess trifft man ihn als selteneren, accessorischen Gemengtheil in den sauren glasigen Gesteinen, in manchen Grünsteinen,† Nepheliniten,†† Melaphyren,††† im Nosean-Melanitgestein*† und in vereinzelten Basalten und basaltischen Laven.*††

---

* Dressel, N. Jahrbuch f. Miner. 1870. 572.

** Jentzsch, Ztschr. d. deutsch. geol. Ges. VIII. 180, 181. 1856.

*** F. Kreutz, Verhandlungen d. k. k. geol. Reichsanstalt. 16. Febr. 1869. Nr. 3. pag. 42. — Zirkel, Ztschr. d. deutsch. geol. Ges. XX. 104. 112. 132. 1868.

† Behrens, N. Jahrb. f. Miner. 1871. 461.

†† Sandberger, N. Jahrb. f. Mineral. 1869. 338 und H. Rosenbusch, der Nephelinit vom Katzenbuckel. pag. 25. Freiburg i. B. 1869.

††† Zirkel bei Behrens, N. Jahrb. f. Miner. 1871. 461.

*† G. vom Rath, Ztschr. d. deutsch. geol. Ges. XIV. 663. 1862.

*†† Zirkel, Basaltgesteine. 37.

11. Orthoklas.

Literatur.

C. G. Kreischer, Ueber die Mikrostructur des Pegmatoliths von Arendal. N. Jahrb. f. Min. 1869. 208.

A. Stelzner, Ueber eine eigenthümliche Krystallstructur des Labradores und Pegmatolithes. Berg- und hüttenmänn. Ztg. XXIX. Nro. 18, pag. 150. — N. Jahrb. f. Min. 1870. 784.

A. Streng, Feldspathstudien. N. Jahrb. f. Min. 1871, pag. 719—729.

Ferd. Zirkel, Streifiger Orthoklas. N. Jahrb. f. Miner. 1872. 12.

Der Orthoklas bildet entweder rundum ausgebildete Krystalle in den Gesteinen und dann sind seine Durchschnitte denen des Sanidins ähnlich, nur pflegen die Dimensionen der Orthodiagonale nicht so stark abzunehmen, wie dort; oder aber er bildet krystallinische Körner und dann werden seine Umrisse durch die mit ihm associirten Individuen der eignen und anderer Species bedingt. Im Allgemeinen ist der Orthoklas in den Gesteinen mit Porphyrstructur als Krystall, in den körnigen als Krystalloid vorhanden; doch erleidet diese Regel nach beiden Richtungen hin Ausnahmen, indem einerseits im Porphyr selbst die Umrisse desselben oft derartig zugerundet erscheinen, dass sie nicht mehr auf ebenflächige, polygonale Begrenzung verweisen, andrerseits aber in den granitischen Gesteinen rundum ausgebildete Krystalle keineswegs sehr selten sind. Ganz besonders häufig bemerkt man dann, dass wohlumgrenzte Orthoklaskrystalle gern in grösseren späthigen Massen desselben Minerals eingeschlossen liegen. Beiderlei Arten des Vorkommens finden sich ja auch makroskopisch in den porphyrartigen Graniten neben einander.

Sowohl bei dem krystallisirten, wie beim körnigen gesteinsbildenden Orthoklas beobachtet man Zwillingsbildungen häufig bei Anwendung des polarisirten Lichtes; und zwar scheint es, dass das Carlsbader Gesetz ganz ausserordentlich vorwiegend auftritt, denn niemals traf ich einen unverkennbaren Zwilling nach dem Bavenoer Gesetze. Dagegen ist es keine seltene Erscheinung bei den Orthoklasen, dass um einen einfachen Krystall oder um einen Carlsbader Zwilling sich anders orientirte Orthoklassubstanz mantelförmig abgelagert findet. Mit einer gewissen Regelmässigkeit fand ich solche Bildungen in einem grosskörnigen Granit von Macahé, Prov. Rio de Janeiro, Brasilien und in dem porphyrartigen Granit des Fichtelgebirges. Doch scheint diese Verwachsung auf mikroskopische Individuen beschränkt zu sein und es gelang mir noch nicht, das Gesetz derselben aus den Durchschnitten abzuleiten.

Oft bemerkt man schon mit blossem Auge oder der Loupe auf den Hauptspaltungsflächen des Orthoklases, sowie auch auf anderen Flächen desselben, eine parallele Streifung, welche an die polysynthetische, lamellare Structur der Plagioklase erinnert, aber mit dieser nichts zu thun hat. Unter dem Mikroskop begegnet man derselben Erscheinung noch weit häufiger und kann hier auch meistens ihre Ursache mit grosser Sicherheit constatiren. Dieselbe beruht nun entweder auf einer Verwachsung von Orthoklas mit Albit, wie dieselbe am Perthit * auch makroskopisch schon so sehr deutlich ist. In diesem Falle erkennt man die eingewachsenen Albitlamellen meistens leicht an der deutlichen, im polarisirten Lichte buntfarbigen Zwillingsstreifung. G. Tschermak ** hat diese Verwachsungen im Interesse seiner eleganten Feldspaththeorie weiter verfolgt und an manchen Vorkommnissen mit Sicherheit nachgewiesen. Auch Streng (l. c.) und Stelzner *** haben die gleichen Beobachtungen gemacht und so eine weitere Stütze für diese Theorie geliefert. Bekanntlich hat Tschermak diese Erscheinung dann verallgemeinert und den Natrongehalt aller orthotomen Feldspathe auf solche Verwachsungen mit Albitlamellen zurückgeführt. So sicher nun die genannten Erscheinungen an zahlreichen Orthoklasen nachgewiesen worden sind, steht der Verallgemeinerung derselben doch noch immer der Umstand entgegen, dass an vielen natronreichen Orthoklasen derartige Albit-Verwachsungen auch mikroskopisch noch nicht haben nachgewiesen werden können, ja dass bei manchen Vorkommnissen solche makroskopisch-wahrnehmbare, scheinbare Verwachsungen sich unter dem Mikroskope als etwas ganz Verschiedenes herausstellten. Wo wirkliche Verwachsungen von Albit mit Orthoklas vorkommen, da geschehen dieselben entweder parallel $\infty P\breve{\infty}$, oder parallel den beiden Flächen ∞P, oder endlich parallel $\infty P\breve{\infty}$. Das erste Gesetz ist das häufigste und führt nach dem prägnantesten Falle den Namen des Perthit-Gesetzes. Die beiden andern pflegen nur selten allein † aufzutreten und sind fast stets mit dem ersten combinirt.

Eine solche scheinbare Zwillingsstreifung kann aber auch, wie Zirkel (l. c.) beobachtete, davon herrühren, dass in dem Orthoklase streifenweise einschlussfreie Substanz mit solcher wechselt, die reich an fremden Interpositionen ist; das ist nach des genannten Forschers

* Gerhard, Ztschr. d. deutsch. geol. Ges. XIV. 151. 1862.

** Sitzber. d. Wien. Akad. d. Wiss. L. 1te Abthlg. pag. 568—575. 1865.

*** Altai. Leipzig 1871, pag. 6.

† Auf eine lamellare Parallelverwachsung nach oP deutet Tschermak die von H. Fischer am Mikroklin von Norwegen beobachtete Sreifung auf $\infty P\breve{\infty}$; cf. N. Jahrb. f. Miner. 1861. 644.

Untersuchungen der Fall bei einem sibirischen Orthoklas von Mursinsk (?) und bei dem Sanidin vom Drachenfels.

Zweifelhaft ist es noch, ob die im Folgenden zu beschreibende, farbenprächtige Erscheinung auf einer Zwillingsbildung des Orthoklases oder auf einer unendlich feinen Verwachsung von Orthoklas und Albit beruhe. KREISCHER (l. c.) beschrieb an dem gelbbraunen Pegmatolith von Arendal und einem fleischrothen ebendaher ein gitterartiges System von zwei sich senkrecht durchsetzenden Strichsystemen, welche sich im polarisirten Lichte verschiedenfarbig von einander abheben, aber an grösseren, oft sich verästelnden, etwas gewundenen Lamellen absetzen, welche dem Orthopinakoid parallel liegen, also wohl nach dem Perthitgesetze eingewachsene Albitblättchen sind. STELZNER (l. c., ich konnte nur das Referat im N. Jahrb. vergleichen) beobachtete genau dasselbe und bemerkt, dass die eine Streifung parallel der Kante oP: $\infty P\breve{\infty}$, die andre senkrecht dazu liege. KREISCHER erklärt das Ganze daraus, dass stabförmige Krystallindividuen sich in Zwillingsstellung zu Lamellen ordneten und mit ihrer Längsrichtung in zwei über einander liegenden Lamellen rechtwinklig gerichtet sind. STELZNER dagegen erinnert einerseits an die analoge Zwillingsstreifung auf beiden Hauptspaltungsflächen des Labradors, findet aber anderseits eine vollkommene Uebereinstimmung mit einem Perthit von Canada, auf dessen oP schon makroskopisch eine röthlichweisse Gitterzeichnung wahrnehmbar ist, welche von Albitlamellen herrührt, die theils parallel dem Orthopinakoid, theils parallel dem Klinopinakoid in den Orthoklas eingewachsen sind, so dass man das eine System als Viellinge nach dem Carlsbader, das andre als solche nach dem Albitgesetze betrachten könnte. —

Ich beobachtete genau dieselbe Erscheinung (cf. Taf. X, Fig. 56) ausser an den genannten Vorkommnissen nach an zahlreichen andern Orthoklasen, unter denen nur der Schriftgranit von Birkenau im Odenwald, ein grauer Orthoklas aus Ganggranit von Macahé, ein grüner aus Granit von Petropolis, Provinz Rio de Janeiro in Brasilien, der Orthoklas von Klensch in Böhmen, Delaware County in N.Amerika (enthält zugleich mikrolithenreiche Quarzkörner) und die Amazonensteine von Julianenhaab und Mursinsk (?) wegen der Pracht des Phänomens genannt werden mögen. Stets war die feine, mikroskopische Doppelstreifung parallel und senkrecht zur Kante oP: $\infty P\breve{\infty}$ begleitet von einer perthitartigen Einlagerung grösserer, deutlich als solche erkennbarer Albitlamellen entweder nach dem Orthopinakoid oder nach den Prismenflächen. Im letzteren Falle aber waren ausnahmslos die

Lamellen parallel einer Prismenfläche stark vorherrschend gegenüber den zu der andern ∞P-Fläche parallelen. —

Unter den Verwachsungen des Orthoklases mit andern Mineralien sind besonders die auch makroskopisch bekannten mit Oligoklas zu erwähnen. Es wiederholen sich hier die oft besprochenen Verhältnisse von Umwachsungen des Orthoklases durch den Oligoklas und umgekehrt und die Parallelverwachsungen mit einspiegelndem oP auch unter dem Mikroskope und bedürfen daher keiner weiteren Besprechung.

Von den mit Orthoklas associirten Mineralien findet sich der Quarz oft als Einschluss in demselben, ja man beobachtet hie und da förmlich netzartige Verwachsungen beider Mineralien, wie sie auch ZIRKEL* aus Trachytporphyr von Kis-Sebes in Siebenbürgen und aus dem grauen Felsitporphyr von Joachimsthal erwähnt. Im grossen Massstabe ist der Schriftgranit ja nichts Anderes, als eine solche Verwachsung von Orthoklas mit Quarz. — Ferner trifft man den Glimmer häufig als Einschluss im Orthoklas; doch lässt es sich nicht immer mit Sicherheit entscheiden (wenn es Kaliglimmer ist), ob derselbe ein primärer Einschluss oder ein Zersetzungsproduct desselben sei. —

Eigentliche mikroskopische Interpositionen sind wegen der mangelhaften Durchsichtigkeit des Orthoklases nur selten mit Sicherheit zu constatiren. Andere als krystallinische Mikrolithe und Luftporen habe ich in den Orthoklasen der granitischen Gesteine und selbst in denen der Porphyre niemals wahrgenommen, doch erwähnt SORBY in seiner oft citirten Schrift auch Flüssigkeitseinschlüsse aus dem Orthoklas der Granite. Neben eigentlichen Mikrolithen von meistens lang prismatischer Gestalt sind rothe, gelbe und graubraune Blättchen von Eisenglanz, die oft dem Biotit ähneln, wohl am häufigsten und wie es scheint, besonders in den Orthoklasen anzutreffen, welche lamellare Einlagerungen von Albit enthalten; so rührt ja auch die rothe Farbe der Orthoklaspartieen im Perthit von ihnen her. — Auch stark dichroitische Nadeln und Blättchen von Göthit fand ich hie und da sehr verbreitet in den Orthoklasen brasilianischer Granite und zwar, abweichend von der meist regellosen Anordnung der Hämatitblättchen, oft in streng gesetzmässiger Lagerung.

Der Orthoklas wird mehr oder weniger durchsichtig bis kaum durchscheinend, je nach dem Stadium der Zersetzung, worin er sich befindet. Das Gestein hat dabei keinerlei Einfluss, denn neben so glasartigen, durchsichtigen Orthoklasen, dass sie LASPEYRES** Sanidin

* Mikrosk. Gesteinsstudien. Sitzber. d. Wien. Akad. d. Wiss. XLVII. 1te Abthlg. 242. 245. 1863.

** Ztschrft. d. deutsch. geol. Ges. XVI. 392. 1864.

nennt, finden sich in Porphyren vollkommen opake, auch bei grösster Dünne des Präparats nicht durchsichtig werdende Individuen und umgekehrt kommen in granitischen Gesteinen ausser den häufigeren, kaum durchscheinenden, röthlichen Feldspathen auch fast glasige, durchsichtige vor, wie sie u. A. auch ZIRKEL* in den Pyrenäengraniten fand. Oft kann man den Uebergang von durchsichtigen zu absolut undurchsichtigen Stellen noch an ein- und demselben Individuum verfolgen. In den Spalten und Rissen, welche der Theilbarkeit des Minerals entsprechen, beobachtet man körnige röthliche bis braune und schwärzliche Infiltrationsproducte; von diesen Spalten aus beginnt die Zerstörung des Minerals, indem an ihren Rändern die Substanz körnig und dadurch trübe wird. Mit fortschreitender molekularer Veränderung dringen auch die röthlichen Infiltrationsproducte zwischen die Körner ein und vertilgen dann den letzten Rest von Transparenz. Doch ist der Verlauf der Umwandlung nicht immer derselbe; so fand ZIRKEL in den Pyrenäengraniten (l. c.), dass der sanidinartige Orthoklas unmittelbar in Kaolin überging und nicht das Zwischenstadium des opaken, durch Eisenzufuhr röthlichen Feldspaths durchlief. Dass übrigens die fleischrothe Farbe des Orthoklases auch primär sein kann, folgt schon aus den oben erwähnten Interpositionen von Hämatit. Wo diese zu ausserordentlich winzigen Dimensionen herabsinken,** ist es dann oft schwer zu entscheiden, ob man primäre Interpositionen oder Infiltrationen vor sich habe.

Das optische Verhalten des Orthoklases lässt sich wegen seiner geringen Durchsichtigkeit nur selten gut untersuchen und ist durchaus identisch mit dem des Sanidins, auf welchen ich verweise. Die Ebene der optischen Axen ist bei dem eigentlichen Orthoklas wohl stets normalsymmetrisch; den Axenwinkel fand WEISS*** bei den granitischen Orthoklasen sehr gross bei geringer Empfindlichkeit gegen Temperaturzunahme, während er bei denen der Porphyre im Durchschnitt bedeutend kleiner war bei weit grösserer Empfindlichkeit.

Die Verbreitung des Orthoklases ist eine so bekannte, dass sie keiner weiteren Erörterung bedarf. —

Anhang. Der von A. KNOP† im Nephelindolerit von Meiches nachgewiesene Barytorthoklas zeigt bei ganz aussergewöhnlichem

---

* Ztschrft. d. deutsch. geol. Ges. XIX. 87. 1867.

** ZIRKEL, Ztschrft. d. deutsch. geol. Ges. XXIII. 47 Anmkg. 1871.

*** Beiträge zur Kenntniss der Feldspathbildung. Haarlem 1866, pag. 34—38 und 45—49.

† N. Jahrb. f. Miner. 1865. 687.

Reichthum an prismatischen, farblosen Mikrolithen eine sehr deutliche Zwillingsstreifung. Ich muss es zweifelhaft lassen, ob diese Streifung auf einer lamellaren Verwachsung von Orthoklas, Albit und Barytanorthit beruht, oder aber ob der genannte Feldspath trotz seiner scheinbar orthotomen Spaltung zu den triklinen zu stellen sein wird. Seine mikroskopische Erscheinung spricht für letztere Annahme.

Amazonensteine nennt man die spangrünen Orthoklase, deren Färbung von einem kleinen Kupfergehalt herrührt. Ich konnte zwei späthige Vorkommnisse von Julianenhaab in Grönland und von Mursinsk (?) mikroskopisch untersuchen. Beide zeigten sich im Dünnschliff farblos und liessen auch nicht die Spur einer fremden Beimengung wahrnehmen, welche auch nur mit einem Scheine Rechtens auf ein Kupferpigment hätte gedeutet werden können, so dass diese Orthoklase trotz ihrer spangrünen Farbe kaum zum eigentlichen Amazonenstein gestellt werden dürften.

Von den labradorisirenden Feldspathen oder schillernden Orthoklasen (Mikroklin Breithaupt) konnten mehrere Proben einer mikroskopischen Untersuchung unterworfen werden. Ein Handstück der hiesigen Universitätssammlung mit prächtigem blauen Schiller auf $\infty P\bar{\infty}$ zeigte auch im Dünnschliff noch energische blaue Flammenstreifen und liess im durchfallenden Lichte zahlreiche, undurchsichtige, langnadelförmige Mikrolithe von metallischem Habitus erkennen, die genau parallel unter einander so lagen, dass ihre Längsaxen senkrecht zur Richtung des streifigen Schillers und parallel zur krystallographischen Hauptaxe standen. Neben diesen beobachtete ich spärlichere, unregelmässig geordnete, farblose Blättchen einer fremden Mineralsubstanz, die offenbar ohne Einfluss auf das Farbenphänomen sind. — Ein anderes, wahrscheinlich wie das vorige von Frederiksvärn oder einem andern norwegischen Fundort herrührendes Stück, welches ich als Labradorit von dem Heidelberger Mineralien-Comptoir erhielt, enthält die gleichen Nadeln, aber in zwei, sich unter einem stumpfen Winkel von annähernd 150° schneidende Strichsysteme geordnet. Zwischen denselben, aber immer in der Richtung ihrer Längsaxen finden sich höchst zierliche Octaëder von Magnetit, theils einzeln, theils perlenschnurförmig hinter einander. Scheinbar genau den stumpfen Winkel der genannten Strichsysteme halbirend sieht man Reihen der zierlichsten, gelbrothen bis grauen und braunen, hexagonalen Blättchen und unregelmässigen Fetzen von Biotit (oder Hämatit?); und alle diese Einschlüsse liegen in einer Ebene, welche im Sinne eines positiven Orthodoma's geneigt ist. Die regellos liegenden farblosen Mineralblättchen des ersten Vorkommnisses fehlen auch hier nicht. — In einem

andern, aus derselben Quelle bezogenen Handstück „schillernder Orthoklas von Norwegen“ zeigt der mit Hornblende verwachsene Mikroklin eine an diesem Mineral mir ganz unbekannte, sanft wellig faserige Structur. Die Richtung der Fasern ist parallel der Hauptaxe. — Hierher dürfte auch ein von G. Rose* beschriebener Orthoklas aus einem Granitgeschiebe von Pommern gehören, in welchem indessen die ein blaues Licht reflectirenden Interpositionen in einer annähernd zu oP parallelen Ebene liegen. — DesCloizeaux giebt an, dass das Maximum des Farbenschillers bei dem Norweger Mikroklin in einer zu $\infty P\bar{\infty}$ senkrechten Ebene liege, welche mit oP einen Winkel von etwa 111° 30′ macht. Die optischen Axen fand er in normalsymmetrischer Lage; ihre Bissectrix ist negativ und macht mit der vorderen Prismenkante 105° 42′, also mit der Klinodiagonale 10° 25′. Die optischen Axen, welche sich bei Erwärmung merklich nähern, machen einen scheinbaren Winkel von 132° 2′ für rothes, 127° 58′ für blaues Licht in Luft, also $\rho > v$. Weiss (l. c.) fand bei dem Mikroklin von Frederiksvärn den Axenwinkel ebenfalls über 120°; die Platten waren antilog bei geringer Empfindlichkeit.

Der Mondstein, welcher blättrige Massen, seltener Krystalle in einem von körnigem Kalk durchdrungenen Gneiss der Insel Ceylon bildet, ist durch seinen prachtvollen silberweissen bis bläulichen Schiller ausgezeichnet, welcher auf dem Orthopinakoid und ähnlich liegenden Flächen sichtbar ist und nach Reusch,** dessen Arbeiten für diese und analoge Erscheinungen bahnbrechend sind, von inneren versteckten Blätterdurchgängen herrührt. Dieselben entsprechen einem sehr steilen Orthohemidoma d, welches am Murchisonit als selbstständige Krystallfläche vorkommt und erkennbar blättrig ist; am Mondstein entspricht dieser Fläche oft eine deutliche Parallelstreifung auf $\infty P\bar{\infty}$. Reusch meint, man müsse an geeigneten Dünnschliffen diese Absonderung mikroskopisch erkennen können; doch wollte es mir nicht gelingen. — Der Mondstein ist optisch antilog bei nicht grosser Empfindlichkeit; die optischen Axen liegen also normalsymmetrisch; DesCloizeaux giebt ihren Winkel für rothe Strahlen zu 121° 15′ in Luft bei 15°,5 C. Auch Weiss (l. c.) fand denselben sehr gross. In meinen Präparaten, die zwei verschiedenen Handstücken entnommen wurden, ist er von wechselnder Grösse, aber stets sehr gross; doch bleiben die Hyperbeln immer im Gesichtsfelde des Nörremberg'schen Apparates. Die isochromatischen Curven zeigen an manchen Stellen der Platten starke Störungen. —

* Ztschr. d. d. geol. Ges. XXIV. 420. 1872. — N. Jahrb. f. Miner. 1872. 960.

** Pogg. Ann. CXVI. 392. 1862. — CXVIII. 256. 1863.

Den Namen Adular beschränkt man am besten auf die aufgewachsenen, farblosen, orthotomen Feldspathkrystalle. Dieselben sind optisch besonders dadurch interessant, dass oft an einem und demselben Individuum die optischen Axen an verschiedenen Stellen sehr verschiedene Lagen haben; meistens zeigen dann diese optisch verschiedenen Stellen auch physikalische Verschiedenheiten. Die antilogen Stellen mit normalsymmetrischer und die analogen Stellen mit symmetrischer Lage der optischen Axen wechseln regellos, ja umhüllen sich oft derart, dass der Kern antilog, die Hülle analog ist. Im Allgemeinen sind die antilogen Theile eines Krystalls hell, die analogen trübe. — Der optische Axenwinkel ist meistens sehr gross. DESCLOIZEAUX fand ihn in einer antilogen Platte $AB\rho = 120^0\ 22'$ und $AB\upsilon = 118^0\ 37'$ in Luft, in einer andern bei gleicher Orientation war er nur $AB\rho = 71^0\ 26'$, $AB\upsilon = 70^0\ 46'$ in Luft. — Bei symmetrischer Lage der optischen Axen pflegt ihr Winkel kleiner zu sein. — Die Empfindlichkeit ist oft deutlich, oft kaum merklich; ja, DESCLOIZEAUX untersuchte Adularplatten, bei denen eine Erwärmung über der Gaslampe bis zur Rothgluth keine Veränderung im Winkel der optischen Axen hervorbrachte. — Man vergleiche über das optische Verhalten des Adulars auch WEISS, l. c. pag. 37 sqq. — KENNGOTT * beobachtete im Adular der Fibia zahlreiche Flüssigkeitseinschlüsse, welche oft bei paralleler Anordnung eine den morphologischen Gesetzen ihres Wirthes entsprechende polygonale Umgrenzung hatten. Die gleiche Erscheinung zeigen Adulare aus dem Pfitschthale, aber weder bei diesen, noch bei denen vom St. Gotthard konnte ich jemals eine spontane Bewegung der Libelle wahrnehmen, noch eine solche durch Erschütterung oder irgend welche Temperaturveränderung hervorbringen. Das Volumverhältniss von Libelle und Einschluss wurde selbst durch Temperaturerhöhung bis zum Schäumen des Canadabalsams nicht merklich verändert.

12. Epidot.

Literatur.

FERD. ZIRKEL, Beiträge zur geolog. Kenntniss der Pyrenäen. Ztschr. d. deutsch. geol. Ges. XIX. 121. 1869.

Wo der Epidot, sei es als wesentlicher, sei es als accessorischer Gemengtheil in den Gesteinen anftritt, da bildet er nach der Orthodiagonale in die Länge gezogene oder körnige Krystalloide. Seine Durchschnitte sind also niemals charakteristisch für ihn. Die sehr vollkommene Spaltbarkeit nach oP (M) giebt sich mikroskopisch oft

* Züricher Vierteljahrsschrift XV. 2, pag. 184. — N. Jahrb. f. Miner. 1870. 782.

durch parallele Risse kund. Die grosse Neigung zur Zwillingsbildung, welche die aufgewachsenen Fpidote charakterisirt, scheint den gesteinsbildenden abzugehen; nur sehr selten sah ich im polarisirten Lichte Erscheinungen, welche auf Zwillingsindividuen deuten könnten. — Auch die Einschlüsse von fremden Mineralien, welche man beispielsweise in den Sulzbacher und manchen piemontesischen Epidoten schon mit blossem Auge wahrnimmt, fehlen den eingewachsenen Krystalloiden; nur Quarzkörner, mit denen der petrographische Epidot fast ausnahmslos associirt ist, sind hie und da von ihm umschlossen.

Der Epidot wird je nach der Intensität seiner Färbung leichter oder schwerer durchsichtig und wegen seines starken Pleochroismus sind seine Farben im durchfallenden Lichte nach Richtung der Schlifffläche und Lage des Dünnschliffs zum optischen Hauptschnitt des Polarisator bald grün, bald gelb bis braun. — Die optische Untersuchung der Krystalle des Epidotes bietet wegen der mannigfachen Durchwachsungen und Zwillingsbildungen oft grosse Schwierigkeiten. Nach Des Cloizeaux* (cf. Nouvelles recherches etc. pag. 131) bildet die Bissectrix, welche negativ ist, für rothes Licht mit einer Normalen auf oP (M) 27° 47′ und mit einer Normalen auf dem vorderen Orthopinakoid

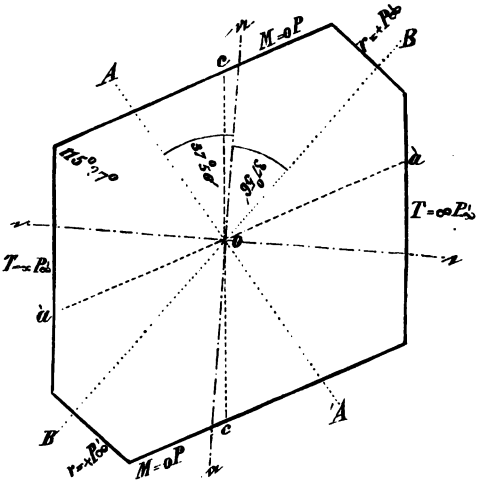


Fig. 97.

92° 20′. Danach ist das Schema Fig. 97 gezeichnet, welches das Klinopinakoid von oP (M), ∞P∞ (T) und + P∞ (r) begrenzt darstellt. In

* In DesCloizeaux, Man. de Minér. pag. 248 ist durch ein Versehen der Winkel der negativen Bissectrix für rothes Licht mit der Normalen auf dem vorderen Orthopinakoid zu 36° 46′ angegeben. Construirt man danach das Schema für die Ela-

demselben liegen die optischen Axen, deren Winkel $AB_\rho = 75^0\,46'$ ist. Der scheinbare Winkel in Luft ist so gross, dass die Hyperbeln der Interferenzfigur nicht mehr im Gesichtsfelde des NÖRREMSERG'schen Apparates liegen. Aus dem Schema Fig. 97 sieht man sofort, dass die negative Bissectrix fast mit der krystallographischen Hauptaxe zusammenfällt, während die Axe der kleinsten Elasticität fast senkrecht zu $\infty P\bar{\infty}$ steht; die Axe der mittleren Elasticität ($\mathfrak{b} = b$) erscheint in o zum Punkt verkürzt. Ferner ergiebt es sich sofort, dass man in Spaltungsstücken nach oP das Bild der Axe A erblickt, während man bei durchsichtigen Krystallen durch $\infty P\bar{\infty}$ das der Axe B, durch oP das der Axe A wahrnimmt. Auch ohne Polarisationsapparat sieht man bei manchen Krystallen durch oP (M) die epoptische Figur der Axe A als braune Hyperbel auf grünem Grunde, wie BREZINA dieses auch (l. c.) von den Sulzbacher Epidoten angiebt. Selbst durch bedeutende Temperaturveränderungen wird der Winkel der optischen Axen nur sehr wenig alterirt. —

Die geneigte Dispersion macht sich meistens sehr deutlich durch verschiedene Färbung der Hyperbelränder, oft auch durch verschiedene Form der gesonderten Curven bemerklich. Die Hyperbel der Axe A ist an ihrem äusseren (concaven) Rande lebhaft blau, am inneren (con-

sticitäts- und optischen Axen in der Symmetrieebene, so erhält man Fig. 98. Merkwürdigerweise wäre dieses nach BREZINA (Mineral. Mittheil. 1871. I. 50. Wien 1872) das Schema für die Sulzbacher Epidote, von denen er c fast senkrecht, a parallel

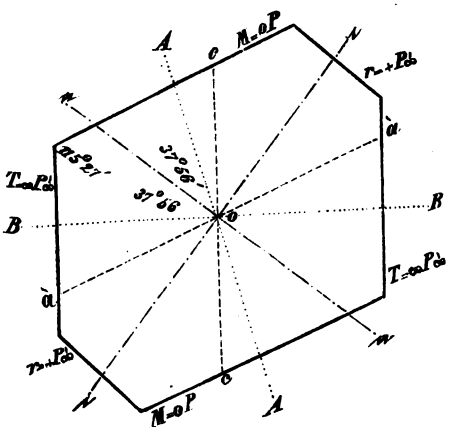


Fig. 98.

r und die optischen Axen fast senkrecht auf T und M angiebt. Die Vermuthung, dass hier eine Verwechslung von Doma und Pinakoid vorliege, drängt sich fast von selbst auf; doch fehlte es mir an Material zu eigener Untersuchung.

vexen) lebhaft roth gefärbt, die Ringe elliptisch; die Hyperbel der Axe B dagegen ist aussen roth, innen blau gesäumt; die Farben sind nicht so lebhaft, die Ringe fast kreisrund.

Der Pleochroismus ist meistens sehr stark und kann bei durchsichtigen Vorkommnissen zur krystallographischen Orientirung benutzt werden. Durch oP hat man grüne Farben, durch + P$\bar{\infty}$ braune bis gelbe; durch ∞P$\bar{\infty}$ braun mit Stich in grün. Die Basisfarbe wird durch das Dichroskop in einen braunen parallel b und einen grünen senkrecht zu b schwingenden Strahl zerlegt, von denen der erste so stark absorbirt wird, dass man Epidotplatten, wie solche von Turmalin, zu Polarisationsinstrumenten verwenden könnte. Doch wird bei keiner Stellung vom Epidot alles Licht so vollständig ausgelöscht, wie dieses bei der Hornblende der Fall ist.

Der Epidot bildet mit mehr oder weniger Quarz (bisweilen auch etwas Granat, so bei Auerbach) gemengt das spärlich vorkommende Gestein Epidosit (die Vorkommnisse von Auerbach, Aschaffenburg und Campiglia dienten zur Untersuchung), und tritt als accessorischer Gemengtheil in Granit, Diabas, Diorit, Porphyr, Amphibolit, Ophit, Gneiss, Chloritschiefer, Glimmerschiefer,* auch wohl in Trappen,** Porphyriten*** u. s. w. auf.

Anhang. Der Orthit, welcher mit Epidot isomorph ist, findet sich in einzelnen Einsprenglingen in Gneiss und granitischen Gesteinen, tritt aber nach G. vom Rath (Ztschr. d. deutsch. geolog. Ges. XIV. 255. 1864) stellenweise so regelmässig im Tonalit auf, dass man ihn fast für einen wesentlichen Gemengtheil halten könnte. Meine Handstücke von Tonalit enthielten ihn nicht. Die Orthite von Hitteroe wurden rothbraun durchsichtig und zeigten nur sehr geringen Pleochroismus; ebenso verhielten sich die von Weinheim an der Bergstrasse. Die von Arendal, welche braungrün durchsichtig wurden, waren stärker dichroitisch. Sonstige interessante, oder charakteristische mikroskopische Erscheinungen wurden nicht beobachtet.

13. Titanit.

Literatur.

A. von Lasaulx, Petrographische Studien an den vulkan. Gesteinen der Auvergne. N. Jahrb. f. Mineral. 1872. 362 sqq.

* A. v. Lasaulx, N. Jahrb. f. Mineral. 1872. 837.

** Ferd. Zirkel, Geolog. Skizzen v. d. Westküste Schottlands. Ztschr. d. deutsch. geol. Ges. XXIII. 1871. passim.

*** G. Tschermak, Sitzber. d. Wien. Akad. LV. 1. Abthl. 291. 1867.

Der Titanit tritt zwar niemals massenhaft, aber oft mit grosser Regelmässigkeit in einzelnen Gesteinen auf und bildet dann stets Krystalle mit deutlichen, meistens sehr scharfen polygonalen Umrissen. Die weitaus häufigste Krystallform ist die bekannte Combination $\frac{2}{3}P\breve{2} \cdot oP \cdot P\breve{\infty} \cdot \frac{1}{2}P\breve{\infty} \cdot P\breve{\infty}$, und demnach sind die Durchschnitte langgezogene Rhomben oder sechs-, selten achtseitig, je nachdem der Schnitt parallel oder normal zu oP traf. Ziemlich selten beobachtet man bei den rhombischen Durchschnitten der langen Diagonale entsprechend eine feine Linie und sieht dann im polarisirten Lichte die beiden Hälften verschiedenfarbig, so dass man auf Zwillingsbildung schliessen muss. Auch gleichschenklig dreiseitige Durchschnitte sollen vorkommen, deren lange Basis einen einspringenden Winkel zeigt; das würde auf die bekannten Zwillingsformen der alpinen Sphene hinweisen.

Die Substanz der Titanite pflegt sehr rein zu sein; nur selten findet man auf groben Rissen, welche Spaltungsrichtungen nach ∞P zu entsprechen scheinen, Infiltrationsproducte von Eisenoxyd oder Eisenoxydhydrat. Im Syenit aus dem Plauen'schen Grunde sah ich vereinzelt Einschlüsse von Titanit in Titanit; auch war einmal ein Einschluss von Magnetit zu beobachten. Hie und da bemerkt man Verwachsungen von Titanit mit Hornblende, wie auch GROTH * solche im Plauen'schen Syenit fand. Im Ganzen und Grossen ist es charakteristisch für den Titanit, dass er nicht oder doch nur sehr selten zu mikroskopischen Individuen herabsinkt, sich also die Zahl der Einsprenglinge, welche man unter der Loupe sieht, unter dem Mikroskop kaum vermehrt.

Der Titanit erscheint im durchfallenden Lichte fast farblos bis gelb, dann auch roth und rothbraun; hellere Farben pflegen den phonolitischen, dunklere den syenitischen Vorkommnissen zu eignen. Der Titanit ist optisch positiv, seine Axen liegen in der Symmetrieebene ($\infty P\breve{\infty}$) und ihre Bissectrix (Axe der kleinsten Elasticität) steht fast genau senkrecht auf der natürlichen Fläche $x = \frac{1}{2}P\breve{\infty}$ (NAUMANN'sche Stellung), so dass man, durch diese hindurchblickend, unmittelbar die Interferenzfigur beobachten kann. Die Dispersion der optischen Axen ist ausserordentlich stark $\rho > v$, während die geneigte Dispersion der Elasticitätsaxen kaum wahrnehmbar ist. Nach DESCLOIZEAUX's Beobachtungen schwankt AB_ρ zwischen 53° und 56°, AB_v zwischen 32° 27′ und 34°. Auf dieser starken Dispersion der optischen Axen beruht das eigenthümlich fremdartige Aussehen der Axenbilder des Titanits; dasselbe verschwindet sofort, wenn man in homogenem Lichte

* N. Jahrb. f. Mineral. 1866, pg. 46.

beobachtet, also bei farbigen Flammen oder durch möglichst monochromatische Gläser. — Der mittlere Brechungsexponent für rothe Strahlen ist 1.905. — Starke Temperaturveränderungen vergrössern den Winkel der Axen kaum in merklicher Weise. — QUENSTEDT (Mineralogie. 1863. pg. 361) weist darauf hin, wie die undeutlichen Axenbilder, welche man oft ohne Vorbereitung an den alpinen Zwillingen nach oP durch diese Fläche wahrnimmt, auf Zwillingsbildung beruhen.

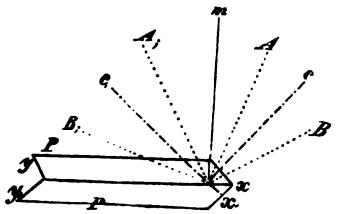


Fig. 99.

In Fig. 99 (klinodiagonaler Durchschnitt) wäre c senkrecht auf x die Bissectrix des oberen Individuums und A und B dessen optische Axen bei Annahme eines Winkels von 40°; ebenso wäre c, senkrecht auf x, die Bissectrix des unteren Individuums und A, und B, dessen optische Axen. Betrachtet man nun einen solchen Zwilling im Polarisationsapparat, so sieht man durch die Fläche P die beiden gleichen Axen A und A, um eine scheinbare Bissectrix m geordnet. Das Fehlen des dunklen Kreuzes bei Parallelstellung mit den Nicolhauptschnitten und der, beide Axen umschliessenden, Lemniscaten führt hier, wie bei Diopsid (cf. oben pag. 296), auf die richtige Deutung.

Der Pleochroismus des Titanits ist, wenn auch nicht stark, selbst im Dünnschliff ziemlich gut zu beobachten, vorausgesetzt die Farbe ist nicht zu hell und der Schliff nicht allzudünn. HAIDINGER bestimmte an einem Zillerthaler Sphen folgende Axenfarben: c = ölgrün, b = pistaziengrün, a = hyacinthroth.

Der Titanit ist in kleinen eingesprengten Krystallen ziemlich verbreitet in den krystallinischen Schiefern, in Gneiss, Granit, Tonalit;* im Syenit spielt er fast die Rolle eines charakteristischen, accessorischen Gemengtheils. Dann findet er sich in Diorit, Trachyt,** Phonolith,*** in Sanidinit, in Nephelindolerit von Meiches,† in Augitporphyr der Auvergne†† und wird endlich aus Nosean-Melanit-Gestein,††† Basalt von Wessel in Böhmen und aus der Lava von Volvic angegeben.

* GERHARD VOM RATH, Ztschrft. d. deutsch. geol. Ges. XVI. 256. 1864.

** FERD. ZIRKEL, Ztschrft. d. deutsch. geol. Ges. XI. 522, 526 et passim. 1859 und L. DRESSEL, N. Jahrb. f. Mineral. 1870. 578.

*** JENTZSCH, Ztschr. d. deutsch. geol. Ges. VIII. 186. 1856 und FERD. ZIRKEL, Pogg. Ann. CXXXI. 325. 1867.

† A. KNOP, N. Jahrb. f. Min. 1865. 695.

†† A. VON LASAULX (l. c.).

††† GERHARD VOM RATH, Ztschrft. d. deutsch. geol. Ges. XIV. 665. 1862.

14. Ottrelith.

Literatur.

A. von Lasaulx, Metamorphische Erscheinungen. N. Jahrb. f. Min. 1872. 849 sqq.

Der Ottrelith, welchen ich nur in den bekannten Schiefern von Ottrez und dem zum Studium desselben viel geeigneteren Vorkommniss von Serravezza untersuchen konnte, bildet in meinen Präparaten weitaus vorwiegend viereckig oblonge Tafeln und sehr häufig lösen sich solche Tafeln in stenglige Aggregate auf, deren einzelne Individuen entweder parallel liegen oder in der Mitte eingeschnürt nach den Enden hin büschelförmig divergiren und dann auch wohl wie um ihre eigene Längsaxe gedreht aussehen. Solche Aggregate zeigen natürlich die ihrer Structur entsprechende, verschiedenfarbig streifige Aggregatpolarisation. Wo der Schliff ziemlich genau parallel der Basis traf, ist hie und da eine hexagonale Umgrenzung bemerklich; die Structur erscheint dann auch oft blättrig, die Durchsichtigkeit ist grösser und die Polarisation einheitlich. Ziemlich selten zerfiel ein solches Blättchen zwischen gekreuzten Nicols in zwei optisch verschieden orientirte Hälften; das weist auf eine Zwillingsbildung, deren Gesetz aber an den ziemlich mangelhaften Präparaten nicht bestimmt werden konnte. Die Grenze gegen das Gestein hin ist meistens recht scharf. Nur selten sinkt der Ottrelith zu mikroskopischen Dimensionen herab.

An Interpositionen ist der Ottrelith sehr reich. In ganz ausserordentlicher Menge umschliesst er prismatische Mikrolithe von gelber bis gelbbrauner Farbe und grosser Durchsichtigkeit, die unzweifelhaft eine krystallinische Neubildung sind und auch das Gestein massenhaft durchschwärmen. Dieselben liegen wirr durcheinander in allen Richtungen, oft einzeln, oft auch zu mehreren sternförmig (in einer Ebene) oder knäuelartig (in mehreren Ebenen) gruppirt. Ihre terminalen Flächen sind nur selten wahrnehmbar, deuten aber auf ein klinobasisches Krystallsystem; sie wirken deutlich auf polarisirtes Licht. Möglicherweise sind sie Epidot. Neben diesen Mikrolithen sind Quarzkörner deutlich erkennbar. Andere Interpositionen konnte ich nicht wahrnehmen. Die Einschlüsse sind oft gleichmässig durch den Ottrelith zerstreut, oft aber central angehäuft. — Dass diese zahlreichen Einschlüsse das chemische, durch die Analyse erhaltene, Bild stark trüben müssen, liegt auf der Hand; doch die Berechtigung der Species Ottrelith darum anzuzweifeln oder ihn für ein Gemenge zu erklären, wie auch Fischer* geneigt ist, es zu thun, dürfte schon der optischen Eigenschaften wegen nicht wohl räthlich sein.

* Kritische mikrosk.-mineral. Studien. 1te Forts. Freiburg i. B. 1871. pg. 54.

Mineralien des klinorhomboidischen Krystallsystemes.

Die Mineralien des klinorhomboidischen oder triklinen Krystallsystemes unterscheiden sich von denen aller übrigen Krystallsysteme dadurch, dass keiner der optischen Hauptschnitte mehr mit einem krystallographischen Hauptschnitt, also auch keine der optischen Elasticitätsaxen mit einer krystallographischen zusammenfällt. Bei Untersuchung eines Durchschnittes irgend eines triklinen Minerals zwischen gekreuzten Nicols im Polarisationsmikroskop oder im Stauromikroskop wird also das Minimum von Helle, resp. die Wiederherstellung der Calcit-Interferenzfigur dann eintreten, wenn keine der den krystallographischen Axen parallelen Kanten oder Spaltungslinien mit dem optischen Hauptschnitt des Polarisator oder Analysator parallel liegt. — Platten der triklinen Mineralien, welche senkrecht oder annähernd senkrecht zu einer optischen Axe geschliffen oder gespalten wurden, geben im convergenten polarisirten Licht ein Axenbild, ganz analog dem der rhombischen und klinorhombischen Mineralien; — in derselben Weise behandelt sieht man in Platten, welche senkrecht zur Bissectrix oder optischen Normale (c oder a) präparirt wurden, die Interferenzfigur beider optischer Axen auf einmal. Dieselbe ist in Form durchaus entsprechend der gleichen Interferenzfigur anderer optisch zweiaxigen Mineralien, aber die Farbenvertheilung in den gesonderten Curventheilen um jede Axe bei Parallelstellung des Präparates mit dem optischen Hauptschnitt des Polarisator, und die an den Hyperbelrändern bei der 45° Stellung ist eine solche, dass man auf die gleichzeitige Anwesenheit mehrerer Arten der Dispersion (geneigter, horizontaler und gekreuzter) schliessen muss. — Die Lage der Elasticitäts- und optischen Axen wird bei jeder Species genau angegeben werden.

Gesteinen ist er ziemlich selten. Doch da ihn Höfer * nicht nur von schmalen Spalten im Melaphyrporphyr von Steffanekowa in der niederen Tatra in Ungarn, sondern auch in der Gesteinsgrundmasse als Zersetzungsproduct der Andesite angiebt, so möge er hier kurz erwähnt werden.

Weder das genannte, noch ein anderes analoges Vorkommniss standen mir zu Gebote. Nur die durch Eisenoxyd (theils in wohlbegrenzten Hämatitblättchen, theils in Körnern, theils als staubartiges Pigment) roth gefärbten, an und für sich ganz wasserhellen Heulandite aus dem Fassathale und die prachtvollen Krystalle von den Far-Oern konnten mikroskopisch geprüft werden. Letztere waren überreich an mikroskopischen Einschlüssen von Quarzkryställchen (cf. pag. 24, Fig. 14), die theils einzeln, theils in Gruppen, regellos in der frischen Krystallmasse liegen und den Schliff dem blossen Auge trübe erscheinen lassen. Sicher darf man dieselben nicht als ein Zersetzungsproduct ansehen, sondern der durchaus frische Zustand der schönen grossen Krystalle lässt mit grosser Wahrscheinlichkeit annehmen, dass sie ursprüngliche Interpositionen sind.

Die optischen Eigenschaften des Heulandites sind sehr interessant und, da jedes Spaltungsblättchen nach $\infty P\bar{\infty}$ ein vollkommen genügendes Präparat ist, leicht zu studiren. Die Doppelbrechung ist schwach, der optische Charakter positiv. Die Ebene der optischen Axen liegt stets normalsymmetrisch; meistens fast parallel oP, seltener fast senkrecht zu dieser Fläche. Die Orthodiagonale ist Bissectrix, also $b = c$. Der Winkel der optischen Axen für weisses Licht schwankt selbst in einer und derselben Spaltungslamelle oft in weiten Grenzen. Des Cloizeaux giebt als extreme Fälle $AB = 0^0$ und $AB = 92^0$ in Luft. Die Dispersion der optischen Axen ist schwach; $\rho < v$, wenn die Ebene der optischen Axen parallel oP, $\rho > v$, wenn sie senkrecht zu oP liegt. Die gekreuzte Dispersion (disp. tournante oder croisée) ist ausserordentlich deutlich. Die Neigung der Ebene der rothen Axen zu der der blauen schwankt zwischen 7^0 und 12^0, und beträgt 10^0 im Mittel. Schon geringe Temperaturerhöhungen modificiren nicht nur die Neigung der optischen Axen unter sich, sondern auch die Lage ihrer Ebene in durchgreifender Weise (cf. DesCloizeaux. Manuel de Minéral. Paris 1862, pag. 426). Ob bei höherer Temperatur die genannten Veränderungen constant werden, wie bei den orthotomen Feldspathen, lässt sich nicht entscheiden, da der Heulandit schon bei 200^0 C. undurchsichtig wird.

* N. Jahrb. f. Mineral. 1871. 145.

nur selten bemerkt man noch seine blaue Farbe. Wo das aber der Fall ist, da pflegt dieselbe sehr unregelmässig vertheilt zu sein, so dass einzelne Stellen des Durchschnitts noch tief blau erscheinen, während andre diese Farbe nur matt, andre gar nicht mehr erkennen lassen. Im polarisirten Lichte zeigt er manche interessante Erscheinungen, die z. gr. Th. auf Zwillingsbildung zurückgeführt werden müssen. Abgesehen von ganz regellosen Verwachsungen und Einschachtelungen verschiedener kleiner Individuen in ein grösseres, welche bei Einstellung des letzteren auf Dunkel zwischen gekreuzten Nicols helle Flecken in demselben erscheinen lassen, finden sich 4 Zwillingsgesetze beim Disthen. Bezeichnet man an den Krystallen von den beiden Prismenflächen die breitere, am vollkommensten spaltende, mit dem Buchstaben M, die schmalere, weniger vollkommen spaltende mit T und die Basis mit P, so sind bei dem ersten Zwillingsgesetze die beiden Individuen mit M verwachsen und um eine auf M normale Axe um 180° zu einander gedreht; es bilden dann die Flächen P und T der beiden Individuen mit einander einen einspringenden und einen ausspringenden Winkel. Zwillinge nach diesem Gesetze sind nur an ihrer Form, nicht aber an ihrem optischen Verhalten als solche zu erkennen. Nach DesCloizeaux ist nemlich der Disthen optisch negativ und seine Bissectrix steht fast genau senkrecht auf M, fällt also so ziemlich zusammen mit der Zwillingsaxe. Die Ebene der optischen Axen macht mit der Kante M:T einen Winkel von 30°, mit der von M:P 60° 15′ und steht natürlich ebenso wie die Bissectrix senkrecht auf M. Danach ist das Schema Fig. 100 gezeichnet, in welchem in einen Krystall der Combination M.T.P die krystallographischen Axen a, b, c und die Elasticitätsaxen a, b, c eingetragen sind. Von letzteren ist a Bissectrix. Die Ebene der optischen Axen (sie ist punktirt angegeben) geht natürlich durch a und c. Zeichnet man sich zwei solcher Schemata und combinirt dieselben nach dem oben genannten Zwillingsgesetze, so sieht man sofort, dass die optischen Constanten in beiden Zwillingsindividuen parallel geblieben sind, dass also diese Art der Zwillingsbildung keinen optischen Effect haben kann.

Nach dem zweiten Zwillingsgesetze haben die beiden Individuen wieder M gemein und sind um 180° gegen einander gedreht, aber die Drehungsaxe ist parallel der Kante P:M, fällt also nicht mit der Bissectrix zusammen, sondern macht mit der Ebene der optischen Axen 60° 15′. Führt man in der oben angegebenen Weise mit den beiden Schemata die Drehung aus, so sieht man, dass nur die Flächen T einen ein- und ausspringenden Winkel bilden und dass die Elasticitätsaxen nicht mehr parallel sind. Ein solcher Zwilling kann also zwi-

schen gekreuzten Nicols in keiner Lage bei parallel-polarisirtem Lichte dunkel werden und giebt im convergenten, polarisirten Lichte zwei Interferenzfiguren, die sich unter annähernd 60° und 120° schneiden, vorausgesetzt man beobachtet durch M.

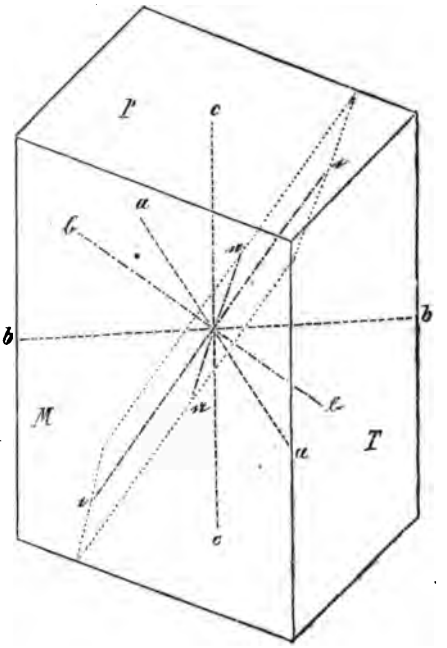


Fig. 100.

Auch bei dem dritten Zwillingsgesetze haben die beiden Individuen M gemein und sind um 180° gegen einander gedreht, aber die Kante M : T ist Zwillingsaxe. Bei gleichem Verfahren wie oben sieht man, dass nun die Flächen P einen ein- und ausspringenden Winkel bilden; die Ebene der optischen Axen macht 30° mit der Drehungsaxe und die optischen Verhältnisse gestalten sich analog, wie beim zweiten Zwillingsgesetze.

Nach einem vierten Gesetze bildet der Disthen staurolithartige Zwillinge, wobei sich die beiden Individuen so durchschneiden, dass ihre Hauptaxen etwa um 60° zu einander geneigt sind. — Die letztere Art der Verwachsung beobachtet man besonders oft bei den mikroskopischen Disthenen der Paragonit- und Glimmerschiefer. Dagegen finden sich die drei ersten Gesetze, soweit meine Erfahrungen reichen, weitaus am häufigsten bei den grösseren Individuen in den genannten und anderen Gesteinen. Man bemerkt dann oft, dass ein grösserer Disthen in manchen Theilen ein einfacher Krystall, in andern ein

Zwilling nach dem zweiten oder dritten Gesetze ist. — Interessante Mittheilungen über das Verhalten solcher Zwillinge im Stauroskop gab von Kobell,* doch liegt die nähere Besprechung derselben dem Zwecke dieses Buches zu fern.

DesCloizeaux bestimmte $\beta\rho = 1.720$ und den wirklichen Axenwinkel $AB\rho = 82^0\ 16'—82^0\ 44'$; bei Beobachtung in Luft würden also die Hyperbeln bei der 45° Stellung kaum noch im Gesichtsfelde des Nörremberg'schen Apparates liegen. So fand ich es auch bei den meisten Vorkommnissen; dagegen zeigte sich mir der Axenwinkel merklich kleiner bei dem Disthen von Litchfield (Nord-Amerika) und anscheinend noch grösser bei einigen Geschieben aus dem Diamantensande von Brasilien. — Die Dispersion der Axen ist sehr gering, kaum merklich $v<\varrho$. Bei der 45° Stellung sind die Hyperbelränder innen röthlich gelb und aussen verwaschen blau gefärbt; die Ringe um die eine Hyperbel sind lebhafter farbig und runder, als die um die andern. Temperaturerhöhung scheint ohne Einwirkung auf die Lage der optischen Constanten zu sein.

Der Pleochroismus ist im Dünnschliff nur dann bemerklich, wenn die blaue Farbe noch mit einiger Intensität auftritt und besonders bei Schliffen parallel T. Man bekommt ein blaues und ein weisses Bild.

Der Disthen ist als accessorischer Gemengtheil besonders häufig in den Paragonitschiefern, Glimmerschiefern und Gneissen; seltener im Talkschiefer, in Granulit und Granit; ziemlich häufig in manchen Eklogiten. Virlet** nannte ein Gestein von der Insel Syra, welches wesentlich aus Disthen von heller oder dunkler, blauer Farbe mit rothem Granat, grünem Smaragd oder weisslichem Glimmer besteht und mit Eklogit wechselnde Lager bildet, Disthenfels. Möglicherweise liegt aber hier eine Verwechslung mit Glaukophan vor (cf. pag. 342); die (l. c.) gegebene Beschreibung giebt keine Anhaltspunkte zur Entscheidung.

2. Die triklinen Feldspathe.

Literatur.

G. Rose, Ueber die Gabbroformation von Neurode in Schlesien. Ztschrft. d. deutsch. geol. Ges. XIX. 276 sqq. 289—295. 1867.

Th. Scheerer, Mikroskop. Untersuchung verschiedener Mineralien. Pogg. Ann. LXIV. 162 sqq. 1845.

---

* Pogg. Ann. CXXXVI. 156. 1869.

** Bulletin de la soc. géol. de France. 1ère Série. III. 201. 1833. — cf. auch Zirkel, Petrographie II. 328.

Ferd. Zirkel, Geologische Skizzen von der Westküste Schottlands. Ztschrft. d. deutsch. geol. Ges. XXIII. 43. 59. 94. 1871.
Ferd. Zirkel, Untersuch. über die mikroskop. Zusammens. und Structur der Basaltgesteine. Bonn 1870. 28 sqq.
R. Hagge, Mikroskop. Untersuchungen über Gabbro etc. Kiel 1871. passim.
H. Behrens, Vorläufige Notiz über die mikrosk. Zusammensetzung und Structur der Grünsteine. N. Jahrb. f. Mineral. 1871. 460.
H. Rosenbusch, Ueber einige vulk. Gesteine von Java. Ber. über die Verhandlungen der naturf. Ges. zu Freiburg i. B. VI. 1, pag. 77—113 passim.

Ebenso scharf, wie sich makroskopisch die klinotomen Feldspathe, deren Bedeutung für die Petrographie eine ganz ausserordentliche ist, von den übrigen Mineralien unterscheiden, thun sie das auch im Dünnschliff unter dem Mikroskope; ja, es ist wesentlich dieselbe Eigenschaft, ihre Neigung zur Zwillingsbildung, deren man sich auch bei mikroskopischen Untersuchungen zu ihrer Bestimmung bedient. Leider aber ist bisher kein Charakteristikum aufgefunden worden, nach welchem man die verschiedenen Species, welche als die häufigst vorkommenden Mischungen der isomorphen Endglieder Albit und Anorthit angesehen werden, oder auch diese Endglieder selbst unterscheiden könnte. Auch sind die optischen Eigenschaften bei allen so übereinstimmend und die morphologischen Eigenthümlichkeiten, wie Interpositionen u. s. w., einerseits so wenig beständig, andrerseits bei mehreren Species so ähnlich, dass man wohl stets auf die chemische Analyse zu ihrer Unterscheidung angewiesen sein wird. Es erklärt sich das leicht und ist eine naturnothwendige Folge der Tschermak'schen Feldspaththeorie, nach welcher eben die früheren Species nur noch als conventionell besonders betonte Mischungsverhältnisse erscheinen. So lange für ein Vorkommniss die Mischungsexponenten noch nicht chemisch bestimmt sind, wird man am besten dafür die von Tschermak vorgeschlagene Bezeichnung „Plagioklas", oder wenn man auch hier zwischen „derbe" und „glasig" unterscheiden will, die Namen „Plagioklas" und „Mikrotin" gebrauchen, welche dann bei triklinen Feldspathen die Analoga für die Bezeichnungen „Orthoklas" und „Sanidin" bei den orthotomen sein würden. — Hier mögen nun zuerst die allen gesteinsbildenden triklinen Feldspathen gemeinschaftlichen mikroskopischen Eigenschaften, dann die den wichtigsten Vorkommnissen besonderen Eigenthümlichkeiten besprochen werden.

Die Plagioklase bilden in den Gesteinen theils rundum ausgebildete Krystalle mit meistens leistenförmigen, seltener tafelartigen Durchschnitten (in den jüngeren Eruptivgesteinen, seltener in granitischen), theils Krystallkörner, deren Begrenzung nicht durch die Gesetze der eigenen Gestaltung, sondern durch die associirten Mineralien bedingt

wird (in den granitischen und gabbroähnlichen Gesteinen), theils erscheinen sie in Gestalt einer krystallinischen Grundmasse, in welcher die übrigen Gesteinsgemengtheile eingebettet sind (besonders häufig bei Dioriten). — Die gesteinsbildenden Plagioklaskrystalle sind ausnahmslos polysynthetisch und zwar verbinden sich die einzelnen Individuen dabei nach zwei verschiedenen Gesetzen. Bei dem am häufigsten auftretenden dieser Gesetze, welches man wohl das Albit-Gesetz nennt, sind alle Individuen mit der Fläche M ($\infty P\breve{\infty}$) verwachsen, welche zugleich Zwillingsebene ist, und jedes folgende ist zu jedem vorhergehenden um eine auf M normale Zwillingsaxe um 180° gedreht, so dass sich alle geraden und alle ungeraden Individuen in der gleichen Stellung befinden. Dabei pflegen alle einzelnen Individuen, wie das ja bei Hemitropieen die Regel ist, stark in der Richtung der Zwillingsaxe verkürzt zu sein, so dass sie ausserordentlich feine Lamellen bilden. Natürlich liegen die P-Flächen (oP) je zweier aneinandergrenzenden Individuen umgekehrt, diejenigen aller geraden und ungeraden haben je gleiche Neigung, so dass alle oP abwechselnd ein- und ausspringende Winkel bilden. Das zeigt sich bekanntlich in einer oft unendlich feinen Parallelstreifung auf oP, welche wie die Kante oP: $\infty P\breve{\infty}$ verläuft. Die ein- und ausspringenden Winkel gehen natürlich durch den Dünnschliff verloren, aber oft erkennt man die Grenzen der einzelnen Lamellen schon im gewöhnlichen Lichte unter dem Mikroskop an sehr zarten dunklen Linien auf hellem Grunde. Wo das nicht der Fall ist, braucht man nur im polarisirten Lichte zu beobachten, um sofort die einzelnen Individuen in verschiedenen, oft sehr lebhaften Farben erglänzen zu sehen, da natürlich in jeder Lamelle die Elasticitätsaxen anders orientirt sind (cf. oben pag. 46 sqq.). Die verschiedenen Farben setzen dabei scharf geradlinig an einander ab und schlagen bei einer halben Drehung des Analysator natürlich in jeder Lamelle in die complementäre um. Da keine andere Mineralspecies solche polysynthetische Krystalle bildet, so ist diese prächtige Erscheinung der farbigen Streifung (s. Taf. X, Fig. 57) das beste Erkennungsmittel der Plagioklase. Dieselbe muss selbstverständlich immer auftreten, wenn die Schlifffläche irgend einen Winkel mit $\infty P\breve{\infty}$ bildet und kann nur in dem höchst seltenen Falle eines absoluten Parallelismus dieser beiden Ebenen fehlen. Allerdings darf man nicht vergessen, dass solche farbige Streifung auch bei anderen farblosen Mineralien sich finden kann, wenn sie an verschiedenen Stellen des Dünnschliffs verschiedene Dicke haben; doch werden in diesem Falle die einzelnen Farben niemals scharf parallel und geradlinig an einander absetzen. Auch wenn man einen prismatischen Krystall (Apatit, Nephelin etc.)

auf einer Prismenfläche liegend im Dünnschliff zwischen gekreuzten Nicols betrachtet, so dass die seitlich aufstrebenden Flächen von ∞P mit sichtbar sind, wird derselbe natürlich in verschiedenen, gerade gegen einander abgegrenzten Farben erscheinen. Doch ist das ein an und für sich sehr seltener Fall und die geringe Anzahl der scheinbaren Lamellen, sowie die Verschwommenheit der seitlichen Farbenbänder wird die wahre Sachlage bald erkennen lassen. — Nicht selten findet man, dass zwei solcher polysynthetischen Plagioklase wieder mit einander nach dem Carlsbader Gesetz verwachsen sind.

Nach dem zweiten Gesetze der Zwillingsbildung bei eingewachsenen Plagioklasen, welches man das Periklin-Gesetz nennen kann, haben die einzelnen Lamellen die Fläche oP, welche aber nicht Zwillingsfläche ist, mit einander gemein und sind um eine in oP liegende Normale auf die Kante $oP : \infty P\breve{\infty}$ (d. h. um die Brachydiagonale a) um 180^0 gegen einander gedreht. Dadurch muss natürlich auf der Fläche $\infty P\breve{\infty}$ (M) eine mit der Kante $oP : \infty P\breve{\infty}$ parallele Zwillingsstreifung entstehen, welche auch makroskopisch am Labradorit oft beobachtet wird. Auch die so gebildeten Krystalle zeigen im polarisirten Lichte eine buntfarbige Streifung, wenn nicht zufällig die Schliffebene und oP absolut parallel sind.

Endlich aber trifft man beide Gesetze combinirt mit einander nicht selten, zumal am Labrador. Dann wird natürlich auf oP und $\infty P\breve{\infty}$ eine mit der Kante dieser beiden Flächen parallel laufende Streifung wahrnehmbar sein,* von denen die erste dem Albitgesetz, die zweite dem Periklingesetze entspricht. Zumal wenn dann der Schliff annähernd in der Richtung von $\infty P\breve{\infty}$ liegt, sieht man ein oft ausserordentlich prachtvolles System zweier sich unter etwas schiefem Winkel schneidenden Farbenstreifen, welche an die Verwachsungen von Orthoklas und Albit erinnern, die oben (cf. pag. 330) besprochen wurden.

Einer genauen optischen Untersuchung stellen die vielfachen Zwillingsverwachsungen bei den Plagioklasen oft grosse Schwierigkeiten entgegen; doch ist auch jetzt schon so viel constatirt, dass dieselbe Aehnlichkeit, welche in den übrigen Eigenschaften herrscht, sich auch auf die optischen erstreckt. Nach DESCLOIZEAUX macht bei dem Albit die Ebene der optischen Axen (sie ist punktirt im Schema Fig. 101) einen Winkel von etwa $20^0\ 12'$ mit der Kante $oP : \infty P\breve{\infty}$, also mit der Brachyaxe, einen Winkel von $96^0\ 16'$ mit der Kante $\infty P : \infty P\breve{\infty}$, also mit der Hauptaxe und einen Winkel von $16^0\ 17'$, mit einer Normalen

* STELZNER, N. Jahrb. f. Mineral. 1870. 784.

auf $\infty P\breve{\infty}$. Die positive Bissectrix des spitzen Axenwinkels macht mit der Normalen auf $\infty P\breve{\infty}$ natürlich auch 16° 17′ und mit einer Normalen auf oP 77 19′. Danach ist das Schema Fig. 101 contsruirt,

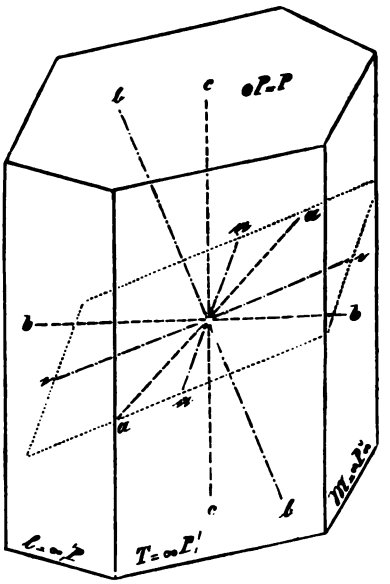


Fig. 101.

welches keiner weiteren Erläuterung bedarf; man sieht, dass Spaltungsblätter nach $\infty P\breve{\infty}$ ein Axenbild in verschobener Stellung zeigen müssen, aber oft erst in Oel wegen des grossen Axenwinkels. Diesen bestimmte DESCLOIZEAUX an Albiten aus Tirol zu $AB\rho = 78° 20'$ bei dem mittleren Hauptbrechungsexponenten $\beta\rho = 1.537$. Die Axendispersion im Oel ist kaum merklich; das Ringsystem hat beiderseits gleiche Form, nur sind die Farben auf der einen Seite lebhafter, als auf der andern. In Platten senkrecht zu c ist die Hyperbel des lebhafter gefärbten Ringsystems aussen röthlich, innen blau, die des blasseren Ringsystems beiderseits bläulich umsäumt. — Bei Oligoklas (z. B. Sonnenstein von Twedestrand) sind die Verhältnisse ganz analog, wie bei Albit und die Bissectrix c steht hier fast senkrecht auf $\infty P\breve{\infty}$. Bei Anorthit steht die optische Normale (a) fast senkrecht auf $\infty P\breve{\infty}$ und die Bissectrix (c) macht einen ziemlich bedeutenden Winkel mit dem Lothe auf $\infty P\breve{\infty}$. — Temperaturerhöhungen sind fast einflusslos auf die Lage der optischen Axen. Bei einer Erwärmung von 21,°5 C. auf 170.°8 C. vergrössert sich nach den Angaben von DESCLOIZEAUX der Winkel der rothen Axen bei Albit nur etwa um 2° 30′, so dass

sich die triklinen Feldspathe in dieser Hinsicht ganz auffallend von den orthotomen unterscheiden.

Gegen Säuren verhalten sich die triklinen Feldspathe verschieden; die Natron-Plagioklase (Albit) und die natronreichen Oligoklas und Andesin sollen nicht von ihnen angegriffen werden; vom Labrador wird angegeben, dass heisse Salzsäure ihn unter Ausscheidung gelatinöser Kieselsäure zersetze, doch zeigt der für Labrador gehaltene Plagioklas der Basalte auch nach wochenlanger Digestion mit Säure keinerlei Veränderung.* Der Kalkplagioklas (Anorthit) soll mit Salzsäure gelatiniren. Für die praktische Untersuchung im Dünnschliff sind die chemischen Verhältnisse ziemlich werthlos.

Unter Albit versteht man vorwiegend die aufgewachsenen Natronfeldspathe und nahm mit G. Rose (Pogg. Ann. LVI. 109. 1845) an, derselbe finde sich nicht eingewachsen als wesentlicher Gemengtheil der Gesteine. Neuerdings aber hat man, besonders auf Grund der Interpretation chemischer Analysen, denselben als gesteinsbildend für einzelne Felsarten ansehen wollen. Besonders in den eigenthümlichen Sericitgesteinen des Taunus und seiner linksrheinischen Fortsetzungen, sowie anderer Gegenden, über welche man neuerdings C. Lossen** eine wichtige Arbeit verdankt, deutet man den feldspathigen Gemengtheil als Albit. Vereinzelte andere Gesteine, die ihn führen sollen, werden ebendaselbst pag. 685 aufgezählt. Ich habe noch nicht Gelegenheit gehabt, ein typisches Sericitgestein zu untersuchen und bin demnach nicht in der Lage, über die Mikrostructur dieses Feldspaths Mittheilungen machen zu können.

Der trikline Feldspath in den Gneissen, granitischen, syenitischen und verwandten Gesteinen scheint ohne Ausnahme ein Oligoklas zu sein; derselbe bildet theils rundum ausgebildete Krystalle, theils Krystallkörner. Meistens dem Orthoklas untergeordnet, scheint er oft mit dem Auftreten des Cordierits und Granats an Menge zuzunehmen. Von besonderem Interesse sind die Verwachsungen desselben mit dem Orthoklas; dieselben zeigen in so fern grosse Mannichfaltigkeit, als oft der Oligoklas den Orthoklas, oft auch umgekehrt der Orthoklas den Oligoklas umhüllt, wobei dieselben bei parallelen Hauptaxen die Fläche M gemeinschaftlich haben und die vollkommenste Spaltungsfläche bei beiden annähernd in eine Ebene fällt. Auch parallele seitliche Verwachsungen nach der M-Fläche sind nicht selten;*** ferner beobachtet man bisweilen ein ganz unregelmässiges, zacken- und

* Zirkel, Basaltgesteine. Bonn 1870. pag. 35.

** Ztschrft. d. deutsch. geol. Ges. XIX. 509—700. 1867.

*** Rosenbusch, Mineral. u. geogn. Notizen etc. Freiburg i. B. 1870. pg. 24 u. 25.

kammartiges Ineinandergreifen von Orthoklas- und Oligoklassubstanz. In allen diesen Fällen giebt die Ausdehnung der Zwillingsstreifung sichere Kunde über die Grenzen beider Mineralien. — An primären Einschlüssen sind die Oligoklase der plutonischen Gesteine und der Gneisse verhältnissmässig arm; von den associirten Mineralien ist es besonders der Glimmer, der als Gast in ihnen gefunden wird. Mikrolithe sind ziemlich seltene Erscheinungen. Schwarze undurchsichtige Körner, die man hie und da als Einschluss findet, erinnern an Magnetit, doch ist eine durchaus sichere Bestimmung nicht möglich. — ZIRKEL* fand in den Oligoklasen der granitischen Gesteine der Pyrenäen leere Poren. Ob dieselben ursprünglich solche waren, oder ob sie erst in Folge der Entweichung einer eingeschlossenen Flüssigkeit leer wurden, ist wohl nicht zu entscheiden. — Für die secundären Infiltrationsproducte gilt auch für den Oligoklas das beim Orthoklas Gesagte. — Im Ganzen findet sich der Oligoklas in ähnlichem, ja oft noch vorgeschrittenerem Stadium der Zersetzung, als der Orthoklas und ist dann, wie dieser, kaum durchscheinend bis undurchsichtig. Doch findet man auch das umgekehrte Verhältniss; so sind nach ZIRKEL (l. c.) die Oligoklase in den Pyrenäengraniten auffallend frisch; das Gleiche fand ich in dem berühmten rothen Granit von Baveno.

In den Porphyren kommt oft neben dem Orthoklas, oft auch für sich allein ein trikliner Feldspath vor; derselbe zeigt keine nennenswerthen Eigenthümlichkeiten, sondern pflegt abgesehen von der Zwillingsstreifung grosse Aehnlichkeit in den Mikrostructurverhältnissen mit dem orthotomen Feldspath desselben Gesteines zu haben.

Die mikroskopischen Eigenschaften der in den glasigen Gesteinen, wie Obsidian, Perlit u. s. w. auftretenden, stets sehr frischen und glasigen Plagioklase wurden bereits gelegentlich dieser Gesteine besprochen, auf welche hier verwiesen werden möge.

Die in den Gabbro-Gesteinen mit Diallag, resp. Hypersthen vergesellschafteten Plagioklase sind in manchen Fällen durch die Analyse als Labradore erkannt worden. Dieselben unterscheiden sich in manchen Mikrostructurverhältnissen nicht unwesentlich von den mit Augit, resp. Hornblende associirten Plagioklasen. Von nicht glasigem Habitus, sind sie oft recht frei von fremden Beimengungen, oft aber auch wimmeln sie davon. Besonders charakteristisch sind lange, haarscharfe Nädelchen, theils schwarz undurchsichtig, theils bräunlich durchscheinend. Feine Lamellen derselben Farbe treten neben den Nadeln auf und dürften derselben Substanz zugerechnet werden müssen.

---

* Ztschrft. d. deutsch. geol. Ges. XIX. 100. 1867.

Die Nädelchen sind meistens sehr geradlinig, dann aber auch wohl gebogen, geknickt und nicht selten zerfallen sie bei starken Vergrösserungen in eine Reihe von Punkten. Die braunen Täfelchen zeigen hie und da hexagonale, rhombische oder rhomboidische Umgrenzungen, öfter aber sind sie ganz unregelmässig contourirt, gezackt, lappig und zerrissen. Neben den Nädelchen und Lamellen finden sich ferner massenhafte dunkle Körner und alle diese dreierlei Einschlüsse pflegen in parallelen Strichen nach den beiden Hauptspaltungsrichtungen geordnet zu sein, wenngleich auch andere Anordnung vorkömmt; gewöhnlich häufen sie sich dabei nach dem Centrum des Krystalles hin, während die peripherischen Theile verhältnissmässig frei davon sind. Die lamellaren und nadelförmigen Interpositionen erinnern recht lebhaft an die in dem schillernden Orthoklas (Mikroklin von Frederiksvärn cf. pag. 333) und die später zu besprechenden im Labradorit von der Paulsinsel. Ob sie indessen allenthalben aus der gleichen Substanz bestehen, ist nicht nur sehr zweifelhaft, sondern nach ihrem chemischen Verhalten sogar unwahrscheinlich und selbst von den best charakterisirten weiss man noch immer nicht, bei welcher Mineralspecies man sie unterbringen soll. Hagge (l. c.), welcher mehrere Vorkommnisse derselben auf ihre Löslichkeit in Salzsäure prüfte, fand sie unangreifbar im Mikroklin von Frederiksvärn und im Labradorit der Baste; dagegen wurden sie von der Säure vollkommen zerstört im Labradorit der Paulsinsel und in demjenigen des dunklen Gabbro von Buchau bei Volpersdorf. — Ausser diesen sehr constanten Interpositionen finden sich mehr an bestimmte Localitäten ausschliesslich gebunden farblose Täfelchen, lichtgrüne Körner und Nadeln, häufig mit den oben besprochenen dunklen Körnern und Nadeln verwachsen (Harzburg, Skye, südlicher Schwarzwald bei Ehrsberg und Häg). — Von grossem Interesse ist das oft massenhafte Auftreten von Flüssigkeitseinschlüssen mit beweglichen Libellen in den Plagioklasen der Gabbros und Hypersthenite. Zirkel* untersuchte dieselben in Beziehung auf die Expansibilität des eingeschlossenen Fluidums und fand, dass bei 100° das Volumverhältniss von Libelle und Flüssigkeit sich noch nicht verändert hatte, so dass letztere wohl Wasser oder eine wässerige Salzlösung sein wird. — Während der Plagioklas dieser Gesteine in Folge der genannten Einschlüsse gräulich im durchfallenden Lichte erscheint, beschreibt Hagge (l. c.) einen Labradorit aus dem Gabbro von Krager-Oe, welcher durch gelbliche bis braune, nadelförmige und körnige Interpositionen, die denen im Nosean sehr ähneln

* N. Jahrb. f. Mineral. 1870. 801.

sollen, braun durchsichtig war. — Ueber die Zersetzung und Umbildung der Plagioklase aus den Gabbros machte zuerst G. Rose (l. c.) auf Grund seiner mikroskopischen Untersuchungen Mittheilungen, welche durch alle späteren Forscher bestätigt wurden. Es beginnt von zahlreichen Spalten her eine Trübung des Minerals, dasselbe löst sich in ein Aggregat feiner, kurzer, farbloser Nadeln und Körner auf, und erscheint dann fast undurchsichtig weiss; selbstverständlich geht bei diesem Processe die Zwillingsstreifung und schliesslich auch die characteristischen Interpositionen verloren. Die opake, weisse Substanz ist ferner von breiteren Spalten durchzogen, die sich mit einer feinschuppigen, grünen, chloritartigen Masse ausfüllen (cf. Taf. X, Fig. 58). Gegen die übrigen Gesteinsgemengtheile, zumal die Diallage, hin wird das ganze Gebilde trüber und mehr faserig und dann nimmt man oft inmitten der faserigen Aggregate kleine Hornblendeprismen wahr. Dennoch scheint es, als ob nicht der Diallag zu der Bildung dieser Zersetzungsproducte beisteuere, sondern als entständen dieselben lediglich auf Kosten des Plagioklases. Zum Studium der besprochenen Erscheinungen eignen sich besonders die Gesteine von Volpersdorf, Penig, Le Prese und Elfdalen, welche in allen Sammlungen zu finden sind.

Ganz ausserordentlich ähnlich sind die Mikrostructurverhältnisse der Plagioklase in manchen Serpentingesteinen, welche durch die Analyse sich als Anorthite herausstellten, wie z. B. im Forellenstein von Volpersdorf und im Serpentinfels von Harzburg, welche Hagge (l. c.) beschrieb. Auch die molekulare Umbildung scheint hier denselben Verlauf zu nehmen. Das Endresultat ist hier, wie bei den Labradoriten der Gabbros, eine mikroskopisch dem Saussurit sehr ähnliche Substanz, womit indessen keineswegs die chemische Identität beider ausgesprochen sein soll.

Der feldspathige Gemengtheil des Saussurit-Gabbros kann kaum zu den Plagioklasen gezählt werden, sondern müsste streng genommen seinen Platz unter den Aggregaten finden. Derselbe wird nur sehr schwer durchsichtig und zeigt dann ausnahmslos Aggregatpolarisation; von farbiger Zwillingsstreifung ist nichts zu bemerken. Bei starken Vergrösserungen erkennt man, dass der Saussurit aus regellos durcheinander liegenden, kleinsten, farblosen bis selten blassgrünlichen Nädelchen und Körnern besteht, denen hie und da, doch im Ganzen spärlich ein Amphibolprisma und fremde schwärzliche und gelblich grüne Körner beigemengt sind. Schwerlich wird der Saussurit der Gabbrogesteine ein ursprüngliches Mineral sein. Wahrscheinlich ist er eben das Endresultat einer molekularen Umlagerung, analog der oben bei dem Labradorit der Gabbros beschriebenen. In dem

Saussurit von Wurlitz erkennt man in guten Schliffen oft noch grössere, rechtwinklig oder annähernd rechtwinklig begrenzte Tafeln und Lamellen, welche ein einheitliches optisches Verhalten und spärlich auch noch Andeutungen der lamellaren Zwillingsstructur im polarisirten Lichte zeigen.

Höchst eigenthümlich ist der mikroskopische Habitus der feldspathigen Gemengtheile in den Dioriten, Diabasen und Aphaniten, die man bald für Oligoklas, bald für Labrador hält. Gut ausgebildete Krystalle sind hier ausserordentlich selten und dann scheinen sie sogar öfter einer monoklinen, als einer triklinen Species anzugehören und haben meistens nur mikroskopische Dimensionen, ja sinken zu wahren Mikrolithen herab. Am ehesten noch finden sich trikline Individuen, wenn auch im Zustande fortgeschrittener Zersetzung, in den Diabasen. Auch grössere Krystallkörner mit deutlich erkennbarer Zwillingsstreifung sind keineswegs eine häufige Erscheinung. Bei den grobkörnigeren Gesteinen dieser Gruppe, wie auch bei granitischen bisweilen, wird man im gewöhnlichen Lichte leicht versucht, einen Orthoklas für einen Plagioklas zu halten, wenn die Spaltungslinien in Folge zarter Infiltrationen schärfer hervortreten. Die Anwendung des polarisirten Lichtes giebt sofort die Entscheidung, indem solche Individuen durchaus einfarbig erscheinen und in ihrer ganzen Ausdehnung bei gekreuztem Nicols in ein und derselben Lage dunkel werden. Weitaus am häufigsten tritt der feldspathige Gemengtheil der Grünsteine in feinkörniger und undeutlich blättriger Ausbildung, gewissermassen als krystallinischer Grundteig auf, in welchem die übrigen Gesteinsgemengtheile eingeknetet sind. Selbstverständlich hat man dann zwischen gekreuzten Nicols bei keiner Stellung ein gleichmässiges Dunkel durch die ganze Masse. Auch zeigen die feldspathigen Partien solcher Gesteine wohl unbestimmte und undeutlich begrenzte Farbenflecken im polarisirtem Lichte, die nach Behrens (l. c.) richtiger Bemerknng an die Erscheinungen bei Hyalith und gepresstem Glase erinnern. Es muss späteren Forschungen überlassen bleiben, ob man derartige Vorkommnisse fortan als wirklichen Feldspath wird ansehen dürfen. — Einschlüsse der associirten Mineralien sind in dem Feldspathe der Grünsteine selten; staubartige Verunreinigungen von unbestimmbarer Substanz dagegen ziemlich häufig. Durch molekulare Umbildungsprocesse gehen die Plagioklase der Grünsteine in eine feinkörnige, erdige, weisse und undurchsichtige Substanz über.

Der feldspathige Gemengtheil des Kugeldiorits von Sartene in Corsica, welcher die Zusammensetzung des Anorthits hat, zeigt an manchen Stellen eine sehr deutliche farbige Zwillingsstreifung, an an-

deren Stellen dagegen Polarisationserscheinungen, welche auf ziemlich grossblättrige Aggregatstructur weisen. Als Einschlüsse finden sich regelmässig, aber nicht in grosser Menge und nicht in merklich gesetzmässiger Anordnung dieselben braunen und undurchsichtigen, hier meist rhombisch begrenzten Tafeln, Nadeln und dunkle Körner, welche bei den Plagioklasen der Gabbro-Gesteine besprochen wurden.

Im Phonolith sind trikline Feldspathe recht seltene Gäste und zeigen sich nach ZIRKEL's Beobachtungen* auf wenige trachytähnliche Vorkommnisse Böhmens und Centralfrankreichs beschränkt; so findet man sie auch spärlich in den Phonolithen des Kaiserstuhl-Gebirges, zumal in denen der Umgebungen von Oberbergen. Wo sie in den Phonolithen auftreten, sind sie oft mit Sanidin verwachsen, so dass beide Species M gemeinsam haben und ihre P-Flächen nahezu in einer Ebene liegen.

Auch bei den Plagioklasen der Trachyte, Andesite und der trachytischen und andesitischen Laven sind solche Verwachsungen mit Sanidin eine häufige Erscheinung**. In den genannten Gesteinen tritt der Plagioklas wohl stets in deutlicher Krystallform auf, wenn dieselbe auch mancherlei Störungen und Unvollkommenheiten erkennen lässt. Dahin gehören die schon im allgemeinen Theil dieses Buches besprochenen Zerbrechungen von Krystallen und die Verquetschungen ihrer Umrisse. In manchen Fällen machen sich derartige gewaltsame Eingriffe in den Bau der Individuen im gewöhnlichen Lichte kaum oder gar nicht geltend. Es scheint, als ob die Fragmente eines Krystalls wieder durch Krystallmasse verkittet wurden und dass diese um die Fragmente herum weiter sich ansetzte und nach aussen morphologisch gesetzmässig abschloss. Man hat dann ein scheinbar normales Individuum, in dessen Innern dennoch einzelne Theile sich in unregelmässiger Lage befinden. Im Dünnschliff machen sich diese Structurunregelmässigkeiten, sowie die Um- und Durchwachsungen mehrerer Individuen durch verschiedene Färbungen bemerklich, deren gegenseitige Begrenzung im ersten Falle eine unwesentliche, im zweiten dagegen natürlich eine der Krystallform der verwachsenen Individuen entsprechende, regelmässig polygonale ist. Weitere Abnormitäten im Krystallbau bestehen darin, dass die verschiedenen Zwillingslamellen, welche einen Plagioklas zusammensetzen, nicht alle die gleiche Länge haben, sich nach dem Innern hin auskeilen und zahnförmig in einander greifen, auch wohl ganz absetzen, so dass man eine Verwachsung von Sanidin und Plagioklas zu sehen

* Pogg. Ann. CXXXI. 324. 1867.

** A. v. LASAULX, N. Jahrb. f. Mineral. 1872. 342.

glaubt, bei welcher beide etwa das Orthopinakoid des ersteren gemeinsam hätten. Parallele Aneinanderlagerungen mehrerer Plagioklase, die nur durch eine mikroskopisch dünne Haut von Grundmasse getrennt sind und Zwillingsverwachsungen zweier Individuen nach dem Karlsbader Gesetze sind nicht selten. — Unter den Interpositionen der Plagioklase der genannten Gesteine nehmen die Glaseinschlüsse mit einem, oft auch mehreren fixen Luftbläschen den ersten Platz ein. Die Anordnung derselben ist nur selten eine unregelmässige; meistens steht sie im innigsten Zusammenhange mit der Krystallform des Wirthes, welche jeder einzelne Einschluss überdiess bisweilen sehr genau copirt. Es finden sich centrale und peripherische Anhäufungen sowie zonare Lagerung. Kenntlich sind diese Glaseinschlüsse fast immer leicht, einmal durch die regellose, meistens rundliche, elliptische oder schlauchförmige Gestalt, durch die anhängenden Bläschen, die Farbe und die vollkommene Uebereinstimmung mit der glasigen Grundmasse, worin die Wirthe liegen, wo eine solche im Gestein noch deutlich wahrnehmbar auftritt. Auch eine durch Mikrokrystallisation bewirkte, partielle oder totale Entglasung dieser Interpositionen ist häufig zu beobachten. — Neben den glasigen Interpositionen sind Dampfporen sehr häufig; dagegen gehören Flüssigkeitseinschlüsse zu den grossen Seltenheiten. — Im Ganzen treten auch die krystallinischen Interpositionen nicht allzu häufig und nur selten massenhaft auf; jedenfalls spielen die Mikrolithe hier bei Weitem nicht die wichtige Rolle, wie bei den Plagioklasen der Gabbrogesteine. Auch sie finden sich in der Regel in gesetzmässiger Anordnung, parallel den Krystallumrissen des Wirthes. Ihre Formen sind meistens prismatisch, selten pyramidal; merkliche Färbung besitzen sie selten; häufig hängen ihnen Glaskörnchen an*. — Neben allen diesen Structureigenthümlichkeiten bemerkt man oft noch einen deutlich ausgesprochenen, concentrischen Schalenbau, welcher continuirlich durch das ganze Individuum fortsetzt und von den Zwillingslamellen keineswegs gestört wird. — Gewöhnlich findet man die Plagioklase der genannten Gesteine recht frisch und glasig; bei beginnender molekularer Umwandlung werden sie weiss undurchsichtig und auch die Interpositionen pflegen dann bald angegriffen zu werden.

Die Plagioklase der basaltischen Gesteine und Laven, der Melaphyre, Palatinite, Augitporphyre und verwandter Felsarten stehen im Ganzen denen der trachytischen und andesitischen Gesteine sehr nahe; gewöhnlich aber sind sie von viel

* Dressel, N. Jahrb. f. Mineral. 1870. 572.

kleineren Dimensionen, zumal in den Basalten. Die Mikrostructur-Verhältnisse derselben sind in beiden Classen von Gesteinen dieselben: die Lamellar-Structur, parallele Verwachsungen und solche nach dem Carlsbader Gesetze, concentrischer Schalenbau* finden sich hier wie dort. Dagegen sind zumal die kleineren Individuen der Basalte ziemlich arm an Interpositionen; reicher daran sind die grösseren Krystalle, zumal in manchen Melaphyren und Augitporphyren**. Natur und Anordnung der Einschlüsse in diesen Plagioklasen ist wiederum, wie bei denen der trachytischen Gesteine, aber oft trifft man die glasigen Interpositionen in den Feldspathen der Palatinite, Melaphyre und Augitporphyre schon so verändert, dass sie kaum noch als solche mit Sicherheit zu constatiren sind. Flüssigkeitseinschlüsse scheinen etwas häufiger vorzukommen; so beobachtete sie Bütschly*** im Basalt von Lichtenberg in Franken, Zirkel (l. c.) in mehreren andern Vorkommnissen, aber immer nur in grösseren Krystallen. Da nach dieses Forschers Erwärmungsversuchen die Libelle bei einer Temperatur von etwas über 30 °C von der Flüssigkeit absorbirt wurde, muss diese wohl liquide Kohlensäure sein. — Die verhältnissmässig seltenen Mikrolithe sind oft deutlich als zur Species Augit gehörig erkennbar. — Die Plagioklase treten mit ganz analogen Eigenschaften auch in den Leucitbasalten, Leucitophyren und leucitischen Laven† auf. — Schon oben wurde bemerkt, dass die Feldspathe der basaltischen Gesteine selbst langer Einwirkung kochender Salzsäure kräftig widerstehen. — Nur in den älteren Felsarten der besprochenen Gruppe zeigen die Plagioklase Umwandlungserscheinungen, wobei sie die Zwillingsstreifung einbüssen und oft in ein körniges bis dichtes, weissliches, opakes Aggregat übergehen,†† nicht ganz unähnlich den bei Gelegenheit der Gabbros besprochenen Zersetzungsproducten.

Anhang. Die unter dem Namen „Sonnenstein" bekannten Feldspathe gehören, wenn nicht ausschliesslich, so doch grösstentheils zum Oligoklase. Das Charakteristische derselben besteht in einem eigenthümlichen schillernden Lichtreflex von gelber bis rother Farbe, welchen man auf den Spaltungsflächen in besonderer Schönheit wahrnimmt. Th. Scherer††† untersuchte mehrere Vorkommnisse, darunter besonders

---

* von Richthofen, Sitzber. d. Wien. Akad. d. Wiss. XXXIV. 399. 1859.

** von Richthofen, ibidem pag. 389.

*** N. Jahrb. f. Mineral. 1867. 701.

† Zirkel, Ztschrft. d. deutsch. geol. Ges. XX. 104. 107. 1868.

†† Tschermak, Porphyrgesteine. Wien 1869. 216.

††† Pogg. Ann. LXIV. 153 sqq. 1845.

das Twedestrander, unter dem Mikroskope und fand, dass die Ursache der prachtvollen Lichterscheinung in tafelförmigen Mikrolithen zu suchen sei, welche er nach ihrer oft sehr deutlichen hexagonalen Begrenzung, ihrer gelbgrauen, gelben bis rothen Farbe und nach ihrem optischen Verhalten als Hämatit (Eisenglimmer) bestimmte; Individuen von grösserer Dicke waren undurchsichtig (Eisenglanz). Dieselben liegen zum grossen Theil einer der drei Spaltungsrichtungen genau parallel, zum Theil aber auch gegen diese geneigt und zwar in einer Ebene, welche er durch Messung und Rechnung als 2 P bestimmte. Die Rechnung verlangte einen Winkel von 65°50′ dieser Ebene mit $\infty P\breve{\infty}$, die Messung ergab 64° — 65° und für die Neigung derselben zu oP 43°30′. Beobachtet man den Lichtreflex senkrecht zu oP, so bemerkt man bald, dass er besonders in zwei Richtungen lebhaft hervortritt; das rührt davon her, dass man ihn einmal von den geraden und das andere Mal von den ungeraden Zwillingslamellen erhält. — Kenngott* ist eher geneigt, die interponirten Lamellen für Pyrrhosiderit zu halten, dagegen spricht aber der Umstand, dass, wo man die Feldspathschliffe nach oP auf Dunkel einstellt, zugleich die horizontal liegenden Lamellen stets dunkel werden. — Fischer** verglich die Lamellen mit gepulvertem Lepidokrokit von Neuenbürg und Hämatit von Waldau im Schwarzwald, und fand ihre Farbe mehr der des ersteren Minerals im durchfallenden Lichte ähnlich, dagegen waren sie nicht wie dieser dichroitisch; genau so verhielt sich natürlich der Hämatit. Neben den Hämatitblättchen beobachtete Fischer im Sonnenstein von Twedestrand auch Magnetit-Einschlüsse oft derart mit ihnen verwachsen, dass die Annahme einer Umbildung des Magnetits zu Hämatit nahe lag. Meine Präparate zeigen den Magnetit nicht, dagegen undurchsichtigen Eisenglanz (oder Titaneisen?) in denselben Beziehungen zu durchscheinenden Eisenglimmerblättchen. Ferner umschliest der Sonnenstein Quarzkörner mit ausserordentlich vielen Flüssigkeitseinschlüssen, Hornblende-Mikrolithe und grössere Individuen dieses Minerals; letztere führen als Interpositionen dieselben Hämatittäfelchen, wie der Sonnenstein. Ueberdiess zeigen die Proben des Sonnensteins, welche ich von Dr. Krantz's Mineralienhandlung bezog, die Streifung nicht auf oP. sondern auf $\infty P\breve{\infty}$. — Scheerer (l. c.) untersuchte ferner Sonnenstein von Hitter-Oe und vom Baikalsee und möchte letzteren für einen Orthoklas halten. Sonst waren hier, wie auch bei

---

* Sitzber. d. Wien. Akad. d. Wiss. X. 179. 1853.

** Kritische, mikrosk.-mineral. Studien. 1te Forts. Freiburg i. B. 1871. pag. 18. Anmerkg.

den von ISAAC LEE * untersuchten amerikanischen Sonnensteinen die mikroskopischen Verhältnisse genau dieselben, wie bei dem Twedestrander.

Der farbenwandelnde Labrador von der Pauls-Insel an der Küste Labrador hat sich seit seinem Bekanntwerden der unermüdlichen Aufmerksamkeit der Mineralogen und Physiker zu erfreuen gehabt, so dass die Literatur über denselben eine ziemlich reichhaltige ist. Neben diesem Fundorte sind es besonders Ojamo in Finnland und das südliche Russland, welche Vorkommnisse von gleicher oder noch grösserer Schönheit geliefert haben. Zuerst versuchte es HESSEL **, das Gesetzmässige an der prachtvollen Erscheinung der Farbenwandlung bei diesem Minerale zu erforschen; das Material zu seinen Untersuchungen bot ihm der amerikanische Labrador. Dann folgten die Beobachtungen von SENFF *** und NORDENSKIÖLD † von dem finnländischen Vorkommniss; letzterer glaubte darin ein blosses Oberflächenphänomen sehen zu müssen. DAVID BREWSTER †† dagegen leitete das Farbenspiel von mikroskopischen, viereckigen Einschlüssen ab, die entweder leer oder mit einer Materie von geringer Brechbarkeit erfüllt sein müssten. — REUSCH ††† führt es in seiner ausserordentlich lehrreichen, schon oft citirten Arbeit über den Schiller mancher Krystallflächen, auf versteckte innere Durchgänge zurück, die bei verschiedenen Vorkommnissen etwas abweichende krystallographische Orientirung zu haben scheinen. — VOGELSANG, *† von dessen unten citirter Arbeit ich nur das Referat im N. Jahrb. f. Min. kenne, untersuchte nicht nur die physikalischen Ursachen und Gesetze des Farbenschillers an und für sich, sondern setzte denselben in Beziehung zu den mikroskopischen Einschlüssen dieses Minerals, über welche schon G ROSE *†† eine kurze Mittheilung gemacht hatte. Während die letzgenannten Arbeiten sich ausschliesslich auf den amerikanischen Labrador beziehen, hat A. SCHRAUF *††† in einer sehr gründlichen und höchst interessanten Arbeit auch die russischen Vorkommnisse in den Bereich seiner Untersuchungen gezogen und mit voller Entschiedenheit auf den Zusammenhang der optischen Phänomene mit der Kry-

---

* Proceedings of the Acad. of nat. sciences of Philadelphia. 1866. 110—118.

** KASTNER's Archiv für die gesammte Naturlehre. X. 273. 1827 — und Pogg. Ann. LXXIX. 442. 1850.

*** Pogg. Ann. XVII. 352. 1829.

† Pogg. Ann. XIX. 179. 1830.

†† Transactions of the Royal Society of Edinburgh. XI. 1831.

††† Pogg. Ann. CXX. 95. 1863.

*† Archives Néerlandaises. III. 1868 und N. Jahrb. f. Mineral. 1868. 480.

*†† Ztschrft. d. deutsch. geol. Ges. XIX. 278. 1867.

*††† Sitzber. d. Wien. Akad. d. Wiss. LX. 1. Abthl. Dec. 1869.

stallstructur und den Wachsthumsverhältnissen hingewiesen. Zugleich trennt er sehr richtig in der optischen Erscheinung den durch eingeschlossene Lamellen bedingten metallischen Reflex, welchen der Labradorit mit dem Sonnenstein gemeinsam hat, und den SCHRAUF mit dem Worte „Aventurisiren" bezeichnet, von dem durch andere Verhältnisse bedingten Farbenschiller oder „Labradorisiren". Es würde zu weit führen, wenn ich hier die Resultate der genannten Studien, soweit sie sich auf die physikalische Farbenerscheinung beziehen, im Auszuge mittheilen wollte. Dafür, sowie für das genauere Detail muss auf die citirten Schriften verwiesen werden; nur die mikroskopischen Structurverhältnisse mögen hier eine kurze Besprechung finden. — Dieselben haben viele Aehnlichkeit mit denen der Labradore aus den Gabbrogesteinen; vor allem finden sich auch hier die gleichen, hier lagenweise dichter gedrängten, dort spärlicheren nadelförmigen, meistens undurchsichtigen Mikrolithe mit oft erkennbar sechsseitigem Querschnitte. Die weitaus überwiegende Mehrzahl derselben liegt mit einer solchen Constanz der krystallographischen Hauptaxe parallel, dass man sich ihrer zur Orientirung an den Dünnschliffen mit Erfolg bedienen kann; seltener findet man Reihen derselben auch der Kante $oP : \infty P\breve{\infty}$ parallel, noch seltener solche in ungesetzmässiger Lage. Meistens scharf geradlinig, findet man sie hie und da auch geknickt, gebogen oder in eine Reihe von Punkten aufgelöst. Während VOGELSANG diese, wie alle übrigen mikrolithischen Interpostionen in den farbenwandelnden Labradoren für Diallag zu halten scheint, möchte SCHRAUF diese meist nadelförmigen Einschlüsse theils dem Augit, theils dem Hämatit, theils dem Magnetit oder Picotit zuschreiben und stützt sich für diese Annahme besonders auf seine zahlreichen mikroskopischen Winkelmessungen. Für Augit hält er dann die kurz- bis langprismatischen Mikrolithe, welche mit einer Prismenfläche auf der Spaltungsfläche ihres Wirthes liegen; die Hämatite wären theils hexagonal, theils unregelmässig gestaltet und lassen bei starker Beleuchtung ein rothes Licht durch, ähneln überdiess durchaus den Interpositionen der Sonnensteine und Carnallite. Die für Magnetit gehaltenen Einschlüsse liegen mehr unregelmässig in der Labradormasse und lassen bei hinreichender Dünne ein graues bis graubraunes Licht durch. Neben diesen in den meisten Fällen ganz undurchsichtigen nadelförmigen Mikrolithen finden sich dann auch lamellare durchsichtige von meistens graubrauner Farbe; es sind entweder rektanguläre Tafeln, welche mit ihrer Längsrichtung senkrecht zu den nadelförmigen Mikrolithen liegen (SCHRAUF's Mikroplakite), oder lange, undeutlich krystallisirte Blättchen, deren Längsrichtung den Nadeln parallel läuft (SCHRAUF's Mikrophyllite). Nach

seinen Winkelmessungen und dem optischen, isotropen Verhalten der Täfelchen möchte SCHRAUF seine Mikroplakite entweder auf Magnetit oder Melilith deuten, der normal zur Hauptaxe gesehen wird. Obgleich gegen erstere Annahme die Unlöslichkeit der Lamellen spräche [doch fand HAGGE (s. oben pag. 355) das Gegentheil], gegen die zweite die ganze Art des Vorkommens, ist SCHRAUF dennoch geneigt, die Tafeln für Magnetit anzusprechen. Die Mikrophyllite würde er noch am ehesten auf Diallag oder Bronzit deuten, wenn nicht auch sie optisch isotrop wären. Nach Allem scheint es doch, als ob bisher noch nicht genug Sicherheit darüber erlangt sei, ob alle die genannten Interpositionen einer und derselben, oder verschiedenen und welchen Mineralspecies sie zuzurechnen seien. So übereinstimmend die thatsächlichen Verhältnisse von allen Forschern angegeben werden, so weit auseinander gehen ihre Deutungen derselben. — Ausser den genannten Interpositionen finden sich als Einschl:ss in den Labradoriten der genannten Fundorte Pyrit, Diallag, Hornblende, seltener Quarze und als Zersetzungsproduct Calcit. Von Interesse dürfte es sein, dass die Dünnschliffe eines prächtig blau schillernden Labradors, den ich in Oberstein bei einem Steinschleifer erwarb und den dieser von einer seiner jährlichen Reisen nach Jekatherinenburg mitgebracht haben wollte, denselben nicht nur mit Diallag, sondern auch mit ganz typischem, unverkennbarem Olivin verwachsen zeigten. Es scheint demnach, dass wenigstens einige der südrussischen Vorkommnisse aus einem Olivingabbro stammen.

Der Bytownit ist nach ZIRKEL's Mittheilungen * kein homogenes Mineral, sondern ein kryptokrystallinisches Gemenge aus einem Plagioklas mit der Structur der Labradorite aus den Gabbros, aus Hornblendebüscheln, Quarz und Magnetit. In meinen Präparaten gesellt sich zu den genannten Gemengtheilen noch ein brauner Glimmer, welcher zum Biotit zu gehören scheint.

Nach den Untersuchungen von H. FISCHER ** scheinen die mit den Namen Amphodelit, Latrobit, Indianit, Rosellan, Polyargit, Pyrrholith, Saccharit belegten Substanzen verschiedene Zersetzungsstadien kalkreicher Plagioklase zu serpentinähnlichen Massen zu sein, welche man auch mit den Pyknotropen von Waldheim in Sachsen und Todtmoos in Baden parallelisiren könnte. Die Entstehung der letzteren aus anorthitartigen Plagioklasen muss ich auf Grund meiner Präparate vollkommen bestätigen. Der Saccharit dürfte die erste Etappe auf diesem Marsche

* TSCHERMAK, Mineral. Mittheilungen. Wien, Jahrgang 1871. II. 61.

** Kritische, mikroskop.-mineralog. Studien. 1te Forts. Freiburg i. B. 1871. 40 sqq.

sein. Dass eine solche Umwandlung nur bei Zufuhr von Magnesia durch die Gewässer denkbar ist, bedarf wohl keiner weiteren Andeutung.

3. Axinit.

Der Axinit wird als eigentlich gesteinsbildend nur von einem Orte der Erde, nemlich von Botallack in Cornwallis angegeben; dagegen tritt er öfter, zumal in Verwachsung mit Prehnit als Ausfüllungsmasse von Gängen und Spalten in Grünstein-Felsarten und den sogenannten grünen Schiefern auf. Das Axinit-Gestein von Botallack stand mir nicht zu Gebote und nur die Vorkommnisse von Oisans, St. Gotthard, Kongsberg in Schweden, Thum in Sachsen, Paloma in Ungarn und Treseburg am Harz konnten mikroskopisch geprüft werden.

Die Mikrostructur des Minerals hat nichts Charakteristisches; es bildet Krystalle oder stenglig-blättrige, auch körnige Massen, in denen hie und da kleine Krystalle desselben eingeschlossen liegen; selbst die parallelen Linien, welche den Blätterdurchgängen entsprechen, waren nicht in allen Vorkommnissen aufzufinden. Interpositionen von unendlich zarten, wasserhellen, haarförmigen Mikrolithen, die oft zu parallel fasrigen, seltener divergentfasrigen Büscheln vereint sind oder einzeln in der Axinitmasse liegen, sind zwar häufig (Thum, Paloma, Treseburg), aber nicht constant. Das Gleiche gilt von höchst zierlichen Flüssigkeitseinschlüssen. Die Libelle derselben fand ich nie spontan, aber öfters bei Temperaturveränderungen beweglich (Oisans, Treseburg). Eine Erwärmung der Präparate selbst bis zum Schäumen des Canadabalsams liess keinerlei Veränderung im Volumverhältniss von Fluidum und Libelle wahrnehmen; ersteres dürfte demnach Wasser oder eine wässrige Salzlösung sein. — Von den mit dem Axinit verwachsenen Mineralien fand ich öfters den Amiant, niemals den Prehnit als Einschluss in demselben. Von einem gewissen Interesse dürfte es sein, dass in einem Schliff des Treseburger Vorkommnisses in dem Gemenge von Axinit, Prehnit und Amiant sich auch die unverkennbarsten Krystalle von Uralit fanden. Die Uebereinstimmung derselben mit denen aus den grünen Schiefern des Ural ist eine wahrhaft überraschende. — Der Axinit vom St. Gotthard umschliesst zahlreichste Helminth-Säulchen.

Der Axinit erscheint im durchfallenden Lichte sehr matt violett, pfirsichblüthroth, gelblich oder bei hinreichender Dünne des Schliffs fast absolut farblos. Nach DesCloizeaux (cf. Fig. 102) steht die Ebene der optischen Axen, bei dem Axinit, dessen Doppelbrechung sehr stark ist, senkrecht auf der Fläche x und macht mit der Kante r:x einen

Winkel von 24° 40′, mit der Kante P:x dagegen etwa 40°, während die beiden Kanten untereinander 115°20′ machen. Der Charakter der Doppelbrechung ist negativ, die Bissectrix a steht selbstverständlich

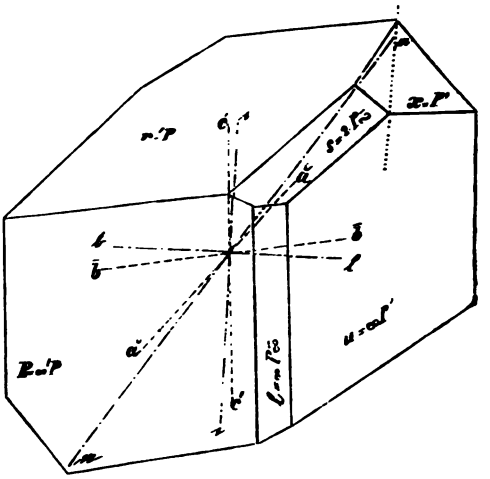


Fig. 102.

auch senkrecht auf x. Danach ist das beistehende Schema in einen Krystall der bekannten Form eingezeichnet, welches kaum noch einer Erläuterung bedarf. Die Ebene der optischen Axen schneidet sich mit der Fläche x in einer (punktirten) Linie, welche mit den genannten Kanten ein Dreieck von den angebenen Winkeln bildet. Nach älteren Angaben von Haidinger stände die Bissectrix nahezu senkrecht auf r; man sieht, dass das wohl nicht die Bissectrix, sondern die optische Normale (c) ist. Die obigen Angaben beziehen sich auf die mittlern Axen, von deren Lage die der rothen und grünen nach Des Cloizeaux nicht merklich abweicht. Die Axendispersion $\rho < v$ ist sehr stark in Luft, schwach in Oel. Den mittleren Brechungsexponenten bestimmte Des Cloizeaux zu $\beta_\rho = 1.678$ und $\beta_v = 1.691$. Der wirkliche Axenwinkel für rothe Strahlen schwankt zwischen 71° 38′ bis 74° 17′, für blaue zwischen 71° 49′ und 74° 39′. Bei Beobachtung in Luft liegen die Hyperbeln nicht mehr im Gesichtsfelde des Nörremberg'schen Apparates. Die gekreuzte Dispersion ist fast null, die geneigte und horizontale sehr deutlich. Bei der 45° Stellung ist die eine Hyperbel, deren Farbenringe etwas matter sind, aussen roth, innen blau gesäumt, die andere innen roth und aussen blau. Die Form der Axenringe ist bei Beobachtung in Oel nicht merklich verschieden. Untersucht man dagegen in Luft und neigt das Präparat stark hin und her im Sinne der optischen Normalen (c), so bemerkt man deutlich, dass das eine

Ringsystem viel elliptischer sein würde, als das andere. Temperaturveränderungen haben nur unbedeutenden Einfluss auf die Lage der optischen Axen; DESCLOIZEAUX konnte nur an der einen Hyperbel bei Beobachtung im rothen Lichte ein schwaches Zurückweichen wahrnehmen; die andere blieb unbeweglich, obgleich er bis zu 170°,8 C. erhitzte.

Der Pleochroismus ist sehr deutlich und schön. HAIDINGER fand die parallel a schwingenden Strahlen blassolivengrün bis fast ungefärbt, die parallel b schwingenden dunkelviolblau, die parallel c schön zimmtbraun. Die Flächenfarben waren A (senkrecht zu a) zimmtbraun, B (senkrecht zu b) bräunlich perlgrau, C (senkrecht zu c) licht olivengrün. Wo der Axinit im Dünnschliff nicht absolut farblos ist, lässt sich auch sein Pleochroismus bei Drehung des Polarisator stets wahrnehmen. — Die tiefgefärbten Axinite zeigen oft, wenn man sie in der Richtung einer optischen Axe durchblickt, epoptische Figuren.

Säuren greifen den rohen Axinit nicht an. In der Natur aber widersteht er der chemischen Einwirkung der Sickergewässer nicht. Von den mikroskopischen Spalten aus beginnt die Umbildung; es entstehen trübe körnige Aggregate von gelblichweisser Farbe, zwischen denen man lange prismatische Kryställchen stellenweise sehr deutlich erkennt; an andern Stellen sah ich von den Spalten her aufs feinste verfilzte Fasern in die Axinite hineinschiessen.

Homogene krystallinische Aggregate.

Die krystallinischen Aggregate sind unter dem Mikroskope im polarisirten Lichte dadurch charakterisirt, dass ihre Dünnschliffe bei keiner Lage zwischen gekreuzten Nicols dunkel werden, wenn man eine volle Horizontaldrehung mit ihnen vornimmt. Es rührt das davon her, dass die ein solches Aggregat bildenden mikroskopischen Individuen einmal von solcher Kleinheit der Dimensionen sind, dass selbst im dünnsten Schliff noch mehrere Individuen über einander liegen, dann auch, dass alle diese Individuen sich in regelloser Lage optisch und krystallographisch zu einander befinden. Wenn also auch von mehreren übereinander liegenden Individuen die optischen Hauptschnitte des einen denen des Polarisator und Analysator parallel sind, ist dieses doch nicht zugleich für die andern der Fall und so hat man bei jeder Lage des Schliffes den Fall, eine doppeltbrechende Substanz zu beobachten, deren Elasticitätsaxen irgend welche Winkel mit der Polarisationsebene bilden, ausser den Winkeln 0^0 und 90^0. — Homogene und heterogene Aggregate lassen sich im Allgemeinen durch das Mikroskop nicht mit Sicherheit unterscheiden. — Hier sind selbstverständlich nur diejenigen Aggregate zusammengestellt worden, bei denen es wegen Feinheit des Kornes nicht möglich ist, die einzelnen Individuen zu isoliren. — Die Art der Farbenvertheilung in den Aggregaten bei polarisirtem Lichte giebt gewöhnlich Aufschluss über die Structur des Aggregates, indem einer körnigen, faserigen oder schuppigen Aggregatstructur beispielsweise ein punktartiger, streifiger oder fleckiger Farbenwechsel entspricht. —

1. Achat.

Der Achat findet sich in den Felsarten mit mandelsteinartiger Ausbildung oft als Ausfüllungsmasse der Hohlräume. Im Dünnschliffe zeigt er dann die auch makroskopisch bekannte concentrische Schalenstructur aufs deutlichste. Ganz auffallend ist der Unterschied in der

Durchsichtigkeit der Dünnschliffe dieser Substanz, je nachdem die Schliffebene tangential oder normal zu den concentrischen Schalen liegt: eine Erscheinung, die übrigens sehr vielen, wenn nicht allen parallel- bis schwach divergentfaserigen Mineralien zuzukommen scheint. Im ersten Falle bleibt der Achat selbst bei grosser Dünne des Präparats matt und trübe, während er im zweiten verhältnissmässig leicht durchsichtig wird. Die einzelnen concentrischen Schalen weichen nicht nur in der Farbe oft merklich von einander ab, sondern auch in der Structur. Der gleiche Wechsel von anscheinend amorphem (ganz derbem) und stenglig krystallinischem Quarz, welcher an den Achatmandeln nicht selten makroskopisch schon sichtbar ist, tritt auch unter dem Mikroskope mit noch grösserer Evidenz hervor. In einzelnen Schalen wechseln die Farben in feinsten Pünktchen, so dass das denkbar bunteste Farbengewirr entsteht; in andern dagegen treten die Farben streifig und zwar senkrecht zu den Schalen auf und setzen ununterbrochen durch die ganze Dicke einer solchen hindurch, so dass es den Anschein hat, als bestehe dieselbe aus zahlreichen, fast genau parallel (richtiger divergent-radial) gestellten Individuen. — Auch schon im gewöhnlichen Lichte heben sich die einzelnen Schalen durch feine Linien von einander ab, zu denen dann nicht selten andere Linien in radialer Stellung sichtbar sind und auf Absonderungen in diesem Sinne hinweisen. Die letzteren haben aber mit der oben erwähnten radialfaserigen Structur einzelner Schichten nichts zu thun, was schon daraus folgt, dass sie gleichmässig durch diese und durch körnig struirte Schichten hindurchsetzen. Vielmehr entsprechen die radialen Absonderungen wahrscheinlich Contractionen, die beim Erstarren der Achatmasse eintraten. —

Nach Behrens* sollen die einzelnen Individuen in den stenglig struirten Schichten bisweilen Zwillinge nach ∞P sein.

Die optischen Eigenschaften des Achats, für deren Détail auf die Arbeiten von Brewster** und Reusch*** verwiesen werde, sind in hohem Grade interessant; ihre Besprechung führt indessen zu sehr auf das Gebiet der Physik hinüber, um hier Platz finden zu dürfen. Die Polarisationserscheinungen sind wohl z. Th. bedingt durch die krystallinische Natur der das Aggregat bildenden Individuen (in den faserigen Schichten), z. Th. aber wohl auch durch die bloss mechanischen Structurverhältnisse der Substanz (feinkörnig bis fleckig, hyalitisch-polarisirende Schichten). Das würde auch dem chemischen Verhalten ent-

* Sitzber. d. Wien. Akad. d. Wiss. LXIV. 1te Abthlg. Dec. 1871. (Separat-Abdruck, pag. 38).

** Philos. Transactions 1813 und 1814 — und Pogg. Ann. LXI. 134—138. 1844.

*** Pogg. Ann. CXXIII. 94. 1864. —

sprechen, nach welchem der Achat ein Gemenge von amorpher und krystallinischer Kieselsäure zu sein scheint. Offenbar eine Folge der radialen Structur ist es, dass ein Radialschliff des Achats wie eine Turmalinplatte als Polarisator oder Analysator dienen kann. Das Licht zerfällt beim Eintritt in denselben in tangential zu den Schalen schwingende Strahlen, welche fast gar nicht durchgelassen werden und andere, die senkrecht dazu schwingen und leicht hindurchgehen. Eine Normale auf die concentrischen Schalen entspräche also der optischen Axe des Turmalins.

2. Serpentin.

Literatur.

G. Tschermak, Beobachtungen über die Verbreitung des Olivins in den Felsarten. Sitzber. d. Wien. Akad. d. Wiss. LVI. 1te Abth. Juli 1867.

G. Tschermak, Ueber Serpentinbildung. Ibidem.

Ch. E. Weiss, Beobachtungen und Untersuchungen über den Schillerspath von Todtmoos. Pogg. Ann. CXIX. 458 sqq. 1863.

M. Websky, Ueber die Krystallstructur des Serpentins und einiger demselben zuzurechnenden Fossilien. Ztschrft. d. deutsch. geol. Ges. X. 277. 1856.

R. von Drasche, Ueber Serpentin und serpentinähnliche Gesteine. Mineral. Mittheilungen. 1871. I. 1. Wien 1872.

R. von Drasche, Schweitzerit vom Feegletscher. — Phaestin und Olivinfels von Kraubat. ibidem 57.

R. Hagge, Mikroskop. Untersuchungen über Gabbro und verwandte Gesteine. Kiel 1871. 17. 19. 25.

H. Fischer, Kritische, mikrosk. mineralog. Studien. 1te Forts. Freiburg, pg. 31. 47.

F. Zirkel, Serpentinkörner in Marmor. N. Jahrb. f. Mineral. 1870. 829.

Die ganze Art des Auftretens der Serpentinvorkommnisse, dann die Häufigkeit, worin man diese Substanz in Pseudomorphosen nach andern Mineralkörpern fand, legte schon frühe die Vermuthung nahe, dass dieselbe kein ursprüngliches, sondern stets ein durch molekulare Umwandlungsprocesse aus andern Mineralien hervorgegangenes Gebilde sei. Da man den Serpentin nun in Gesellschaft sehr manchfacher Gesteine und oft anscheinend deutlich in dieselben übergehend fand, so nahm man an, er könne das allenthalben gleiche Umwandlungsproduct aus allen diesen verschiedenen Felsarten sein. Doch scheint es durch die bisherigen, zumal mikroskopischen Untersuchungen immer mehr bestätigt zu werden, dass nur die von Sandberger zuerst beschriebene Umwandlung des Olivinfels zu Serpentin in der Natur vorkommt. Wo immer wirklicher Serpentin in den Gesteinen als Gemengtheil auftritt oder wo er sich als selbstständige Gebirgsmasse in der Natur findet, da ist meistens mit grosser Sicherheit der Beweis für seine Abstammung aus Olivin zu führen, indem er z. Th. noch unveränderte Körner der Mut-

tersubstanz oder doch die mit derselben regelmässig vergesellschafteten Mineralien umschliesst.

Der Verlauf dieses Umwandlungsprocesses, dessen verschiedenste Stadien man in den Serpentingesteinen zu beobachten Gelegenheit hat, wurde bereits gelegentlich des Olivins (cf. pag. 267) mit solcher Ausführlichkeit besprochen, dass eine weitere Beschreibung hier unnöthig scheint.

Da die Umwandlung des Olivins zu Serpentin stets von den Rändern und den zahlreichen, unregelmässig denselben durchsetzenden Spalten beginnt, so muss es dabei ein Stadium geben, wo ein Olivinkorn oder -Krystall in eine gewisse Anzahl kleiner Körnchen aufgelöst scheint, welche von Serpentin-Adern und Schnüren umzogen und verkittet sind. Man sieht dann also ein grünes bis gelbbraunes Netz von Serpentin, dessen Maschen von Olivin ausgefüllt sind. Diese ganz eigenthümliche Maschentextur, welche einmal gesehen, stets leicht wieder erkannt wird, ist die charakteristischste Structureigenthümlichkeit des Serpentins und ist selbst dann noch mit grosser Deutlichkeit wahrnehmbar, wenn von dem ursprünglichen Olivin keine Spur mehr vorhanden ist. Taf. X, Fig. 59 und Fig. 60 sollen von diesen Verhältnissen ein Bild geben. Der Serpentin von Schweidnitz (?) in Schlesien lässt keinen Olivin mehr erkennen, während der von Kupferberg ein intermediäres Stadium der Umwandlung darstellt.

Wo der Serpentin in recht typischer Weise entwickelt ist, da kann man oft dreierlei Arten der Ausbildung im Dünnschliff sehr deutlich erkennen. Zuerst bemerkt man, die ganze Maschenstructur eigentlich allein bedingend, dunkle Adern und Bänder einer tiefgefärbten, oft lauchgrünen und bläulichgrünen Serpentinsubstanz, welche durch ausgeschiedene Metalloxyde fast undurchsichtig zu sein pflegt. Diese Bänder behalten gewöhnlich auf weitere Entfernungen hin die gleiche Richtung und entsprechen offenbar den ersten Spalten und Rissen im Olivin, von wo der ganze Process begann. Bei gut gelungenen Dünnschliffen erkennt man oft recht deutlich ihre lagenförmige oder auch blätterige Structur. Gewissermassen in den einzelnen Maschen des grossen Netzes ein kleineres Netz bildend, sieht man meistens gewundene, in sich selbst zurücklaufende und sich gegenseitig manchfach kreuzende, grasgrüne Serpentinadern, welche bei stärkeren Vergrösserungen zumal im polarisirten Lichte eine zur Längsrichtung der Adern rechtwinklige Faserstructur zeigen, wie der Chrysotil; diese Bänder führen keine ausgeschiedenen Metalloxyde. Ebenso wenig begegnet man denselben in der oft gelbgrünlichen Serpentinsubstanz, welche die Maschen des kleinen Netzes ausfüllt und offenbar den zuletzt meta-

morphosirten Olivinkörnchen entspricht. Hier pflegt die Structur sehr kleinblätterig bis schuppig, seltener filzfaserig zu sein. — Wo die Serpentinmasse unmittelbar an andere Mineralien angrenzt, zeigt sie bisweilen äusserst feinhaarförmige Nädelchen, die sich zu kleinen Pinseln und Büscheln aggregiren und ihre Spitzen nach dem Innern der Serpentinsubstanz kehren.

Ausser den Mineralien, welche mit dem ursprünglichen Olivin vergesellschaftet waren, wie Bronzit (Enstatit), Diallag, Granat, Picotit (in Olivinfelsen), Diallag, Magnetit und Plagioklas (in den Olivingabbros) und die auch im Serpentin, wenngleich oft in verändertem Zustande angetroffen werden, begegnet man darin auch bisweilen noch den mikrolithischen Interpositionen, welche dem Olivin angehörten (s. Taf. X, Fig. 60); in andern Fällen aber sind diese gänzlich verschwunden. Die Behandlung der Serpentinschliffe mit Säuren lässt oft die Gegenwart des Calcits entdecken, auch wo man ihn mikroskopisch nicht wahrgenommen hatte.

Die Farben des Serpentins im durchfallenden Lichte sind meistens grün oder gelbbraun, selten rostroth. Die Art der Farbenvertheilung im polarisirten Lichte ist je nach der Structur verschieden, hier fleckig, dort gewunden bandförmig oder parallelstreifig. Zumal bei den mehr faserigen, chrysotilartigen Stellen erkennt man einen, wenn auch nicht starken, so doch unverkennbaren Farbenwechsel. — Die mikroskopischen Individuen, welche das Serpentinaggregat zusammensetzen, sind zu winzig und überdiess zu regellos durch einander gelagert, als dass man ihren optischen Charakter erkennen könnte. Doch gelingt dieses an den mehr regelmässig struirten Varietäten, wie an dem fein bis grob parallelfaserigen Chrysotil und da ergiebt es sich dann, dass die Serpentinsubstanzen mehr oder weniger stark doppelt brechend sind und zwei optische Axen haben, die oft sehr genähert sind, oft auch stark divergiren. Der Brechungsexponent ist etwa 1.5—1.6.

Anhang. Es liegt eine Reihe von höchst interessanten optischen und mikroskopischen Untersuchungen über viele mit dem Serpentin theils identische, oder doch ihm nahe verwandte Mineralien vor, die besonders von Websky, DesCloizeaux und Fischer herrühren und auf welche hier kurz hingewiesen werden möge.

Am Metaxit von Schwarzenberg in Sachsen beobachtete Websky (l. c.) deutlichen Dichroismus, indem er ein grünliches und röthliches Bild erhielt. Im parallel polarisirten Lichte zeigten die Schliffe zwiebelförmig concentrische Farbenstreifen, die von schwarzen stellenweise unterbrochen wurden. Ueberdiess traten bei vier um je 90° auseinan-

der liegenden Horizontalstellungen zwei zu einander normale schwarze Striche zwischen gekreuzten Nicols auf, deren Arme in den spitzen Ausgangspunkten einer zwiebelartigen Curve lagen. Bei Parallelstellung der Nicols wurden die dunklen Streifen hell, die farbigen complementär gefärbt. WEBSKY erklärt diese Erscheinung sehr richtig dadurch, dass der Metaxit aus radial-divergirenden, aber sonst optisch gleich orientirten Individuen zusammengesetzt ist. Die rechtwinklig gekreuzten schwarzen Striche liegen da, wo die Individuen so orientirt sind, dass zwei ihrer Elasticitätsaxen parallel und senkrecht zu der Schwingungsebene des Polarisator liegen. Metaxit von Reichenstein in Schlesien gab ihm rechtwinklig zur Flaserung ein Interferenzbild mit 2 sehr genäherten Hyperbeln; durch Compensation mit einer Adular-Platte ergab sich die Bissectrix als positiv. DESCLOIZEAUX fand am Metaxit (von wo?) an Blättchen, die offenbar parallel der Flaserung waren, Interferenzfiguren, welche auf stark divergirende Axen mit einer negativen Bissectrix schliessen liessen. Es scheint also, dass der eine Forscher senkrecht zur Bissectrix, der andere senkrecht zur optischen Normale beobachtete. — FISCHER (l. c.) giebt an, der Metaxit von Reichenstein sei ganz isotrop, was gegenüber den Beobachtungen von WEBSKY und DESCLOIZEAUX schwer verständlich ist. —

Am Chrysotil fand DÉSCLOIZEAUX deutliche Doppelbrechung; zwei stark divergirende optische Axen lagen in einer zur Faserrichtung parallelen Ebene, eine negative Bissectrix senkrecht zu derselben. Nach WEBSKY stimmt das Verhalten der Chrysotile mit dem des Metaxits, ebenso das des Hydrophits von Taberg, dessen Eisenreichthum sich nach FISCHER durch Magnetit-Einschlüsse erklärt. Merkwürdigerweise nennt FISCHER auch den Hydrophit isotrop.

Der Pikrolith von Reichenstein, wie der von Möllendorf bei Zopten, zeigt nach WEBSKY im auffallenden und durchfallenden Lichte complementäre Farben, wie das bekanntlich auch manche Chalcedone und Achate thun; sonst verhielt er sich optisch, wie Metaxit, nur waren die Erscheinungen weniger energisch.

Der Marmolith und Retinalith zeigen schwache Doppelbrechung; ersterer hat nach DESCLOIZEAUX zwei wenig divergente Axen mit negativer Bissectrix; und ganz analog verhalten sich die übrigen serpentinartigen Substanzen.

Recht interessant ist eine Zusammenstellung von FISCHER (l. c.), wonach die meisten Serpentine, wozu auch der Jenkinsit zu rechnen ist, deutlich die Maschenstructur zeigen, während ein solcher von Mornshausen in Hessen, der Marmolith, Vorhauserit, Ophit von Stütz in Graubündten, Serpentin von Snarum und von Zell bei Hof,

Pikrosmin, Williamsit, Dermatin, Hydrophit, Metaxit, Schweitzerit, Antigorit, Pseudophit, Thermophyllit dieselbe in keiner Weise erkennen liessen. Das Fehlen derselben erklärt sich von selbst bei den serpentinartigen Substanzen, welche, wie der Pyknotrop, nicht aus Olivin, sondern aus Plagioklas oder andern Mineralien hervorgingen. —

3. Kaolin.

Literatur.

A. Knop, Beiträge zur Kenntniss der Steinkohlenformation und des Rothliegenden im Erzgebirgischen Bassin. N. Jahrb. f. Miner. 1859. 593—594.

H. Fischer, Kritische, mikroskop.-mineralog. Studien. Freiburg i. B. 1869. pg. 23. 59.

Der Kaolin tritt in den krystallinischen Gesteinen nicht selten als Zersetzungsproduct der Feldspathe und feldspathähnlicher Mineralien, wie Leucit, Skapolith u. dgl. auf. — Die Angaben der beiden oben citirten Forscher weichen sehr weit von einander ab; Fischer untersuchte den Kaolin von Passau und fand denselben der Hauptmasse nach isotrop, während allerdings polarisirende Körnchen und Blättchen damit gemengt waren, die er für unzersetzte Ueberreste von Passauit hält. — Knop dagegen fand den Kaolin aus dem Topasfelsen vom Schreckenstein durchaus krystallinisch; er besteht aus einem Aggregat von zarten Blättchen von der Combination $oP.\infty P.\infty P\breve{\infty}$, wobei der Winkel von ∞P sehr nahe 120° ist; Knop bestimmte ihn durch mikroskopische Messungen zu 118°. Breithaupt nannte dieses Vorkommniss Nakrit und Des Cloizeaux stellt es zum Pholerit. Letzterer fand den Winkel = 120° und giebt überdiess an, dass die Tafeln aus sechs dreiseitigen Sectoren bestehen, deren wenig scharfe Abgrenzungen dennoch auf eine Zwillingsbildung nach ∞P zurückzuführen seien. Die Structur der Blättchen ist faserig und sie sind leicht wellig gewunden. Ihre Einwirkung auf polarisirtes Licht ist nach Des Cloizeaux ziemlich unregelmässig; doch liess sich bestimmen, dass in jedem Sector die Ebene der optischen Axen senkrecht zur äusseren Seite, also parallel dem makrodiagonalen Hauptschnitt ist. Der Axenwinkel ist gross, die Bissectrix negativ und senkrecht auf oP. Axendispersion ist $\varrho > v$.

4. Delessit.

Literatur.

H. Fischer, Kritische, mikroskop.-mineralog. Studien. Freiburg i. B. 1869. 59.

Der Delessit findet sich in den Hohlräumen derjenigen basischen Silicatgesteine, welche Mandelsteinstructur besitzen, besonders in den

Melaphyr-Amygdaloiden sehr verbreitet. Derselbe füllt entweder den Mandelraum gänzlich aus oder bildet nur einen Ueberzug auf den Wandungen desselben, während das Centrum der Mandel leer ist oder von andern Mineralien (Kalk, Quarz) eingenommen wird.

Die Structur desselben ist meistens unmittelbar nach der Gesteinsgrenze zu lagenartig bis bandartig, nach dem Centrum hin convergent strahlig. Dabei geschieht es dann wohl, dass die centralen Faserbündel von zwei bis drei, selten mehr concentrischen Linien durchschnitten werden, welche der äusseren Mandelumgränzung parallel sind und also auf eine concentrisch-schalige Structur der Delessit-Mandel deuten. Die Strahlen des Minerals setzen oft scheinbar ununterbrochen durch diese concentrischen Curven hindurch. Wahrscheinlich möchten letztere ebenso vielen Wachsthums-Intermittenzen entsprechen und es wäre dann interessant, dass bei wieder aufgenommenem Wachsthum die frühere krystallographische Orientirung beibehalten wurde.

Der Delessit ist mit grünen Farben verschiedener Intensität durchsichtig und zeigt oft deutlichen Pleochroismus. Auch beobachtet man nicht allzuselten die früher besprochenen Aggregat-Interferenzfiguren zwischen gekreuzten Nicols.

B. Kosmann* giebt an, dass der Augit im Melaphyr vom Spiemont bei St. Wendel in Delessit verwandelt sei. —

Anhang. Der Grengesit von Caplaja im Fassathal, welcher zum Delessit gestellt wird, zeigt eine ganz verschiedene Structur. Derselbe besteht aus lauter mikroskopischen, radial-faserigen Kügelchen, die sich unmittelbar berühren. Jedes dieser Kügelchen zeigt zwischen gekreuzten Nicols das bewegliche Interferenzkreuz der Aggregate von der genannten Structur in ausgezeichneter Schönheit, aber wegen der winzigen Dimensionen bisweilen nur schwer zu beobachten.

5. Chlorophaeit.

Unter der Etiquette „Chlorophaeit“ scheinen mancherlei verschiedene Substanzen in den Mineraliensammlungen vorzukommen. Ich hatte Gelegenheit eine Substanz von der Insel Hestoe (Far-Oer) zu untersuchen, welche unter der genannten Etiquette eingesandt war. Dieselbe stellte sich unter dem Mikroskope als ein ziemlich stark veränderter Palagonittuff heraus. — Ferner konnte ich ein Vorkommniss von Turner's Falls in Massachusets (nicht Connecticut, wie gewöhnlich an-

* Verhdl. d. naturw. Vereins der preuss. Rheinlande und Westphalen. XXV. 239. 289. — N. Jahrb. f. Miner. 1869. 875.

gegeben wird, (cf. DANA, A System of Mineralogy 1868, 770) mikroskopisch prüfen. Dasselbe bildet olivengrüne, divergent-strahlige Knollen in einem Grünstein, welche nicht wie Mandeln gegen das Gestein hin abgrenzen, sondern mit demselben verfliessen. Mikroskopisch zeigte sich dieselbe Structur; grössere Härte, gröberes Korn unterscheiden die Substanz vom Delessit. — Ein als Chlorophaeit von Dr. KRANTZ bezogenes Vorkommniss von Fischbach war Delessit.

Da das typische Vorkommniss, welches von MACCULLOCH als Chlorophaeit bestimmt wurde, nicht zur Untersuchung gelangte, so vermag ich Nichts zur Aufklärung der Verwirrung beizutragen, welche in dieser Species zu herrschen scheint und schon von KENNGOTT * signalisirt wurde. — TSCHERMAK ** nennt den Chlorophaeit als Umwandlungsproduct von Olivin in einem Diabas des Kaukasus; — ferner *** erwähnt er ihn in zahlreichen Melaphyren.

6. Paragonit.

Literatur.

A. VON LASAULX, Beiträge zur Mikromineralogie. N. Jahrb. f. Miner. 1872. 835.

Der Paragonit bildet theils für sich allein, theils mit Quarz gemengt, stellenweise auch stark mit einem dunklen Glimmer und auch wohl mit einem sericitartigen Mineral verflösst, die durch eingewachsene Cyanit-, Staurolith- und Granatkrystalle bekannten Schiefer am St. Gotthard.

Derselbe erscheint unter dem Mikroskope in Form zarter Blättchen und Schüppchen von meistens unregelmässigen, selten geradlinig sechsseitigen Umrissen oder, wenn senkrecht zur Hauptspaltungsfläche getroffen, als schmales parallel-geradlinig, auch wohl parallel-krummlinig gestreiftes, gerades oder gewundenes Leistchen. Dabei beobachtet man nicht selten, dass solche Leistchen sich nach den Enden hin in divergirende Fasern auflösen.

Der Paragonit ist fast stets wasserhell bis weiss durchsichtig, seltener gelblich oder grünlich im durchfallenden Lichte. Die Polarisationsfarben sind ziemlich lebhaft; Dichroismus nicht zu bemerken.

Ueber die eingeschlossenen Disthene, Staurolithe und Granate wurde gelegentlich dieser Mineralien berichtet. — Neben denselben erscheinen an einzelnen Fundorten mikrolithische Gebilde unbestimmbarer Natur. —

* Uebersicht für 1855, pag. 40.

** Mineralog. Mittheilungen. 1872. II, 112.

*** Porphyrgesteine Oesterreichs. Wien 1869. 42. 66. 134 u. s. w.

7. Sericit.

Literatur.

A. von Lasaulx, Beiträge zur Mikromineralogie. N. Jahrb. f. Mineral. 1872. 851.

Dieses Mineral, über welches wir nächst List besonders C. Lossen sehr genaue Mittheilungen verdanken (cf. Ztschr. d. deutsch. geol. Ges. XIX, 546 sqq.) hatte ich nur Gelegenheit, in den von C. Lossen (l. c.) besprochenen Neuroder Schiefern und einem Sericitgneiss von Schweppenhausen unter dem Mikroskope zu prüfen, von dem ich ein typisches Handstück der Freundlichkeit des Hrn. Professor Benecke in Strassburg verdanke.

Der Sericit bildet hier gewundene Schüppchen mit faseriger Structur. Während in den meisten Fällen die ein Schüppchen zusammensetzenden Fasern unter sich trotz ihrer Windungen parallel bleiben, findet man auch ziemlich häufig Stellen, wo sie ein verworrenes, filzartiges Gewebe bilden. Diese faserige Structur unterscheidet den Sericit sehr gut von den Glimmern und stellt ihn dem Talk und manchen Chloriten näher, von welchen er indessen durch seine chemischen Eigenschaften scharf getrennt wird.

Im durchfallenden Lichte ist der Sericit graulich-weiss bis fast farblos, auch grünlich, zumal in dickeren Schliffen. Sein Pleochroismus ist schwach, aber merklich. Absorptionsunterschiede bei verschiedenen Stellungen des Polarisator treten besonders deutlich da auf, wo der Sericit parallel-faserige Structur zeigt. —

v. Lasaulx glaubt auf Grund seiner mikroskopischen Untersuchungen die Selbstständigkeit des Sericits anzweifeln zu müssen. Das mir zu Gebote stehende Material giebt zu einem solchen Zweifel keinerlei Veranlassung; doch scheint es allerdings, dass meine Handstücke sehr verschieden von denen v. Lasaulx's sind, denn auch das von ihm erwähnte isotrope Bindemittel, sowie ein talk- oder glimmerähnliches Mineral neben dem Sericit fehlen in meinen Dünnschliffen durchaus.

Anhang. Ueber den Damourit (Delesse), welcher das Muttergestein der Disthene und Staurolithe von Pontivy bildet, sowie den Margarodit und Didymit Schafhaeutl's, bin ich nicht in der Lage, Mittheilungen machen zu können.

8. Nephrit.

Literatur.

H. Fischer, Kritische, mikroskop.-mineralogische Studien. 1te Fortsetzung. Freiburg i. B. 1871. 9. 24. 25. 48.

A. Kenngott, Ueber Nephrit (Punamu) von Neu-Seeland. Züricher Vierteljahrsschrift. XV, 372. — N. Jahrb. f. Min. 1871. 293.

Unter dem Namen Nephrit cursiren mehrere, durchaus verschiedene Mineralkörper; manche von ihnen sind gänzlich oder doch annähernd thonerdefrei und gleichen in ihrer chemischen Constitution den Grammatiten; das sind die ächten Nephrite. Andere haben etwa 10—13 % Al_2O_3, wie der Tangiwai-Nephrit von Neu-Seeland; und noch andere endlich enthalten bis zu 23 % Al_2O_3 und werden von Dana als Jadëit bezeichnet. — Ob ein Stück der einen oder der andern Classe zuzurechnen sei, darüber wird gegebenen Falls nur die chemische Untersuchung entscheiden können, denn in den äusserlichen physikalischen Merkmalen gleichen sich alle diese Substanzen sehr.

Alle Nephrite, die ich im Dünnschliff zu beobachten Gelegenheit hatte (sie gehören zu der Schliffsammlung des Herrn Professor H. Fischer), zeigen eine meistens ausserordentlich zarte, seltener gröbere Aggregat-Polarisation. Im letzteren Falle konnte ich mich vollkommen von der Nicht-Homogeneität der Substanz überzeugen, wie z. B. bei dem Dünnschliff eines Steinbeils von Monakam in Württemberg. Den Tangiwai-Nephrit und Kawakawa-Nephrit Hochstetter's fand Fischer (l. c.) als durchaus homogene Aggregate und ist geneigt, sie auf Grund ihrer chemischen Zusammensetzung zu den Chloriten zu stellen. — Kenngott, welcher den Punamu-Nephrit mikroskopisch prüfte, fand diesen ebenfalls homogen mit nur sehr spärlichen Einschlüssen von Magnetit. Er nennt die Structur sehr fein faserig; unter den äusserst winzigen, faserigen Individuen lagen hie und da etwas breitere, welche sich aber durch keine Erscheinung von den andern unterschieden. Dennoch möchte Kenngott sie für Anorthit halten, offenbar wohl nur der Interpretation der Analyse zu Liebe. —

Sämmtliche wirkliche, thonerdefreie Nephrite zeigten mir im Ganzen die Structur, welche Kenngott von dem Punamu beschreibt. Sie sind offenbar versteckt schieferig; das Aggregat ist im Grossen äusserst zart schuppig und jedes winzigste Schüppchen wiederum unendlich fein faserig. Die Fasern scheinen stets parallel in ein- und demselben Schüppchen zu laufen; dagegen liegen diese letzteren oft so, dass die Faserrichtung in ihnen allen die gleiche, oft auch so, dass sie in ihnen

eine verschiedene ist und dann hat man im polarisirten Lichte bei schwachen Vergrösserungen eine höchst zierliche, verworrene, filzige Structur. — Bei einem Schliff senkrecht zur versteckten Schieferung bekommt man natürlich den Eindruck einer feinst körnigen Structur.

Der Nephrit kommt, wie es scheint, nur in Ost-Asien und Neu-Seeland auf ursprünglicher Lagerstätte vor und ist vom ersteren Lande aus meistens im bearbeiteten, sehr selten im rohen Zustande (Schwemmsal) über Europa verbreitet worden. (vgl. H. Fischer im Archiv für Anthropologie. 1867. Heft III. 338—344.)

Literatur-Nachweis.

Abkürzungen: L. J. = Jahrbuch, resp. Neues Jahrbuch für Min., Geol. u. Palaeontologie her. v. Leonhard und Geinitz.
Z. D. G. = Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft.
P. A. = Poggendorf's Annalen für Physik und Chemie.
A. M. = Annales des Mines.
S. W. A. = Sitzungsberichte der k. k. Akademie der Wissenschaften zu Wien.
B. M. = Monatsberichte der k. Akademie der Wissenschaften zu Berlin.
T. M. M. = Tschermak's Mineralogische Mittheilungen. Wien.
A. Ch. Ph. = Annales de Chimie et de Physique.
A. Ch. Pharm. = Annalen der Chemie und Pharmacie.

Allport, S. Mikrosk. Zusammensetzung und Structur des Phonolith vom Wolf-Rock. Geol. Mag. Nro. 84. 247. — L. J. 1872. 650.

— Ueber die mikroskop. Structur des Pechsteins von Arran. Geol. Mag. 1872. IX. 1. — L. J. 1872. 758.

Andrews, Th. Ueber die Zusammensetzung und mikroskop. Structur gewisser basaltischer und metamorpher Gesteine. P. A. LXXXVIII. 321. 1853. — L. J. 1855. 829.

Anonymus. Ueber die in Höhlungen von Mineralien enthaltenen Flüssigkeiten. L. J. 1838. 66.

Aubenton, D'. Sur les causes qui produisent trois sortes d'herborisations dans les pierres. Mém. de l'Acad. de Paris. 1782. 21 und 667—673.

Babinet. Ueber die optischen Kennzeichen der Minerale. Compt. Rend. 1837. I. 758. — P. A. XLI. 115. 1837.

Bäntsch, Al. Die Melaphyre des südlichen und östlichen Harzes. Abhandl. d. naturf. Ges. in Halle. IV. 1858.

Bailey, J. W. Mikrosk. Unters. der Schlammproben aus verschiedenen Tiefen des atlant. Meeres. Sillim. Journ. B. XII. 132. — L. J. 1853. 374.

— Vulkanische Asche auf dem Grunde des atlantisch. Oceans. L. J. 1858. 104.

— Mikrosk. Unters. von Grundschlammproben aus der Gegend zwischen Island und dem arktischen Meere. Sillim. Journ. 1857. XXIII. Nro. 68. 153—157. — L. J. 1859. 225.

Baker, H. Beiträge zum nützlichen und vergnüglichen Gebrauch des Mikroskops. Augsburg 1754.

— Employment for the microscope. 2nd edition. London 1764.

Bauer, Max. Untersuchungen über die Glimmer und verwandte Minerale. P. A. CXXXVIII. 337. 1869.

Baumhauer, H. Ueber die Aetzfiguren und den Asterismus am Doppelspathe. P. A. CXXXVIII. 563. 1869.
— Ueber Aetzfiguren und die Erscheinung des Asterismus an Krystallen. P. A. CXL. 271. 1870.
Behrens, H. Vorläufige Notiz über die mikrosk. Zusammensetzung und Structur der Grünsteine. L. J. 1871. 460.
— Mikrosk. Unters. über die Opale. S. W. A. LXIV. Dec. 1871. — L. J. 1872. 316.
Beudant, Fr. Sulp. Traité de Minéralogie. Paris 1824.
Blanck, Hugo. De lapidibus quibusdam viridibus in saxo rhenano, quod vocatur Grauwacke. Bonn 1865.
Boëtius de Boot, Ans. Gemmarum et lapidum historia. Hanoviae 1609.
Bořicky. Ueber die Mikrostructur und chemische Zusammensetzung des Basalts vom linken Elbufer im Süden des böhmischen Mittelgebirges. Sitzbr. der Böhm. Ges. d. Wiss. Prag. Juli—Dec. 1870. Prag 1871.
— Ueber Dolerite und einige Basalte des böhmischen Mittelgebirges. Ibidem.
— Ueber Noseanbasalte des linken Elbufers. Ibidem. — L. J. 1872. 540.
— Ueber die Basalte des westlichen Theiles des böhmischen Mittelgebirges. Ibidem. — L. J. 1871. 524.
— Ueber Basalte mit mehr oder weniger vorwaltendem glasigen Magma. Ibidem 1872. — L. J. 1872. 955.
Bornemann, J. G. Ueber Pflanzenreste in Quarzkrystallen. Z. D. G. XIII. 675. 1861.
Boué, A. Ueber die mikroskop. Untersuchung der Gebirgsarten mit Hülfe ihrer mechanischen Zerreibung etc. S. W. A. XLVII. 457. 1863.
Boyle, Rob. Elements and considerations upon colours, with a letter containing observations on a diamond that shines in the dark. 1663 und 2te Aufl. 1670.
— De gemmarum origine et virtutibus. Hamburgi. 1673.
Breithaupt, A. Ueber den Quarz von Euba und über optische Zweiaxigkeit tetragonaler und hexagonaler Krystalle. P. A. CXXI. 326. 1864.
Brewster, Dav. Observations on the relation between the optical structure and the chemical composition of the Apophyllite. Edinb. phil. Journ. 1822.
— Ueber das Dasein zweier neuer, mit einander nicht mischbarer und merkwürdige physikalische Eigenschaften zeigender Flüssigkeiten. Transactions of the Roy. Soc. of Edinb. X. 1. — Edinb. Phil. Journ. IX. 94 und 268. (cf. auch Edinb. phil. Journ. III. 98.) — P. A. VII. 469. 1826.
— Ueber das Brechungsvermögen der beiden neuerlich in Mineralien entdeckten Flüssigkeiten nebst nachträglichen Bemerkungen über die Natur und Eigenschaften dieser Substanzen. Edinb. Journ. of. Science. IX. 122. — P. A. VII. 489. 1826.
— Ueber das Dasein einer neuen Flüssigkeit in einer grossen Höhlung eines Sapphirs. Edinb. Journ. of Science. XI. 155. — P. A. IX. 510. 1827.
— Ueber die Zurückwerfung und Zerlegung des Lichtes an der Trennungsfläche von Mitteln mit gleicher oder verschiedener Brechkraft. P. A. XVII. 29. 1829.
— Remarkable peculiarity in the structure of Glauberite. Transact. of the Roy. Soc. of Edinb. XI. 1831.
— Certain new phenomena of colour in Labrador. Ibidem.
— On the structure of Diamond. Phil. Mag. ser. III. vol. VII. 249. — P. A. XXXVI. 563. 1835. — L. J. 1834. 225; 1835. 529; 1836. 590.
— Ueber Cymophan. L. J. 1836. 209.

Brewster, Dav. Ueber die Farben des irisirenden Achates. Phil. Mag. III. ser. XXII. 213. 1843. — P. A. LXI. 134. 1844.

— On the cause of the colours in precious opal. Edinb. new. phil. Journ. XXXVIII. 385. 1845. — L. J. 1845. 608.

— On crystals in the cavities of Topaz which are dissolved by heat and re-crystallize on cooling. Edinb. new. phil. Journ. XXXVIII. 386. 1845. — L. J. 1845. 608.

— On the modification of the doubly refracting and physical structure of Topaz by elastic forces, emanating from minute cavities. — Lond. Edinb. and Dublin Phil. Mag. and Journ. of Science. vol. XXXI. 101. London 1847 und Transactions of the Roy. Soc. of Edinb. XVI. part. I. 7.

— On the existence of crystals with different primitive forms and physical properties in the cavities of minerals with additional observations on the new fluids in which they occur. Lond. Edinb. and Dublin Phil. Mag. and Journ. of Science. XXXI. 497. 1847.

— On the phenomena of luminous rings in calcareous spar and Beryl, as produced by tabular cavities containing the two new fluids. — Lond. Edinb. and Dublin Phil. Mag. and Journal of science. XXXIII. 489. 1848.

— On the optical figures produced by the disintegrated surfaces of crystals. Phil. Mag. V. 16. 1853.

— Ueber Höhlungen in Bernstein mit Gasen. Phil. Mag. ser. IV. tome V. 233. — P. A. XCI. 605. 1854. — L. J. 1855. 842.

— Ueber eine merkwürdige, mit Flüssigkeit gefüllte Höhlung in Topas. — Phil. Mag. ser. IV. tom. V. 235. — P. A. XCI. 607. 1854. — L. J. 1854. 819; 1856. 43.

— Höhlungen in Diamant, Topas, Beryll. Edinb. new. phil. Journ. XVI. 130. 1861. — L. J. 1864. 78.

Brezina, A. Ueber eine neue Modification des Kobell'schen Stauroskops und des Nörremberg'schen Polarisationsmikroskops. P. A. CXXVIII. 446. 1867.

Bryson, A. Ueber den neptunischen Ursprung des Granit. Edinb. new. phil. Journ. XIV. 144. 1861. — L. J. 1862. 370.

Bunsen, R. Flammenreactionen. Ann. Chem. u. Pharm. CXXXVIII. 257. 1866.

Bütschly, O. Mikrostructur des Augit und Flüssigkeitseinschlüsse in Plagioklas. L. J. 1867. 701.

Cacarrie. Untersuchungen von Felsarten des Dép. des deux Sèvres. A. M. IV. 157. — L. J. 1844. 596.

Carius. Ueber die metamorphischen Thonschiefer von Eichgrün in Sachsen. Erdmann's Journ. LXV. 118. — Ann. Chem. Pharm. XCIV. 45. 1855. — L. J. 1856. 595.

Cohen, E. Die zur Dyas gehörigen Gesteine des südlichen Odenwaldes. Heidelberg 1871. — L. J. 1872. 98.

Cordier. Ueber die mechanische Zerreibung und mikroskop. Untersuchung der plutonischen und vulkanischen Gebirgsarten. Journ. des mines. Nro. 227. vol. XV. 259. 1816. — A. Ch. Ph. 1816. III. 285.

Craig. Messung mikroskop. Krystalle. L. J. 1840. 478.

Dana, J. Dwight. A System of mineralogy. London 1868. 5th. edition.

Daubrée, A. Observations sur le métamorphisme. Paris 1858.

Daubrée, J. A. Studien und synthetische Versuche über den Metamorphismus und die Bildung krystallinischer Felsarten. A. M. 1859. XVI. 155—218; 393 bis 476. — L. J. 1860. 727—732; 817—827.

Davy, John. Note on the crystallisation of carbonate of lime. Edinb. new. phil. Journ. XXXVIII. 324. 1845. — L. J. 1845. 606.

— On the use of the microscope as an aid in chemical inquiry. Edinb. new phil. Journ. XLII. 38—42. 1847.

Davy, Humphry. On the state of water and aëriform matter in cavities found in certain crystals. Phil. Transactions. 1822. — A. Ch. Ph. XXI. 132. 1822.

Dawson, J. W. On the microscopical structure of some Canadian limestones. Montreal 1859.

Deicke, E. Die Structur des Roggensteins bei Bernburg. Ztschr. für die ges. Naturwissensch. Halle 1853. 188—193.

Deiters, M. Die Trachyt-Dolerite des Siebengebirges. Z. D. G. XIII. 99. 1861.

Delesse, A. Constitution minéralogique et chimique des roches des Vosges. A. M. 1847. II. 195—307; 1848. I. 667; 1849. II. 97—110. 233—240. 367—373. 511—530; 1850. II. 309—356; 1851. I. 149—183; II. 141—182; 1853. I. 369—410. 747—774.

— Sur la variolite de Durance. A. M. 1850. I. 116—130.

— Untersuchungen über den rothen Porphyr der Alten und über den rothen egyptischen Syenit; ins Deutsche übertragen von G. Leonhard. Stuttgart 1852.

Des Cloizeaux, A. Mémoire sur la cristallisation et la structure intérieure du Quartz. Paris 1855.

— De l'emploi des propriétés optiques biréfringentes en minéralogie. Paris 1857.

— Sur les formes cristallines et les propriétés optiques de la Zoïsite, de la Sillimanite et de la Wöhlerite et note sur une nouvelle disposition du microscope polarisant. A. M. XVI. 1859.

— Observations sur les modifications permanentes et temporaires que l'action de la chaleur apporte à quelques propriétés optiques de plusieurs corps cristallisés. A. M. II. 1862.

— Nouvelles observations sur les modifications etc. Mém. lu à l'Acad. des Sciences. 27. Oct. 1862.

— Manuel de minéralogie. tome I. Paris 1862.

— Mém. sur l'emploi du microscope polarisant et sur l'étude des propriétés optiques biréfringentes propres à déterminer le système cristallin dans les cristaux naturels ou artificiels. A. M. VI. 1864.

— Nouvelles recherches sur les propriétés optiques des cristaux naturels ou artificiels, et sur les variations que ces propriétés éprouvent sous l'influence de la chaleur. Inst. Imp. de la France. Paris 1867. Tome XVIII.

— Note sur deux Diamants offrant une astérie fine, due à un phénomène particulier de cristallisation. A. Ch. Ph. série III. tom. XIV.

— Mém. sur un nouveau procédé propre à mesurer l'indice moyen et l'écartement des axes optiques dans certaines substances, où cet écartement est très-grand et sur la séparation de plusieurs espèces minérales regardées jusqu'ici comme isomorphes. Compt. Rendus.

— Mém. sur le pseudomorphisme de quelques composés naturels et artificiels. A. Ch. Ph. série IV. tom. I.

D. F. (Anonymus). Mikroskop. Gesteinsuntersuchung (grobes Pulver). In Rozier, Observations sur la physique. IV. 255. 1744.

Doelter, Corn. Ueber das Muttergestein der böhmischen Pyropen. T. M. M. 1873. I.
Dolomieu de la Métherie. Mikroskop. Untersuch. des gröblichen Gesteinspulvers. Journal de Physique. XLIV. 1794. pg. 198. (Neue Folge I.)
Dove, H. W. Ueber die Absorption des polarisirten Lichtes in doppeltbrechenden Krystallen als Unterscheidungsmittel ein- und zweiaxiger Krystalle und eine Methode, dieselben zu messen. P. A. LXXXIX. 322. 1853.
— Darstellung der Farbenlehre und optische Studien. Berlin 1853.
— Ueber die Absorption des Lichtes in doppeltbrechenden Körpern. P. A. CX. 279. 1860.
— Ueber die optischen Eigenschaften des Quarzes von Euba. P. A. CXXII. 457. 1864.
Drasche, R. von. Ueber Serpentine und serpentinähnliche Gesteine. T. M. M. 1871. I. — L. J. 1872. 322.
— Phästin und Olivinfels von Kraubat. T. M. M. 1871. I.
— Ueber die mineralogische Zusammensetzung der Eklogite. T. M. M. 1871. II, — L. J. 1872. 650.
Dressel, L. Die Basaltbildung in ihren einzelnen Umständen erörtert. Haarlem 1867.
— Mittheilungen vom Laacher-See. L. J. 1870. 559.
— Hauyn in Laven. L. J. 1870. 213.
Dufrénoy. Mikroskop. Untersuchung vulkanischer Aschen. A. M. 1837. 3ième. sér. XII. 355. — L. J. 1838. 324 und 328.
— Mikroskop. Untersuchung des Goldsandes von Californien, Neu-Granada und vom Ural. A. M. 1849. II. 111—126. — L. J. 1852. 328.
Durocher. Recherches sur les roches et les minéraux des îles Féroe. A. M. 3ième. sér. XIX. 547—592. 1841.
— Mikroskop. Prüfung des künstlichen Dolomit. Comptes Rend. 1851. XXXIII. 64. — L. J. 1853. 701.
Ehrenberg, C. G. Ueber einige Krystallisationsverhältnisse. P. A. XXXVI. 237. 1835.
— Ueber mikroskop. neue Charaktere der erdigen und derben Mineralien. P. A. XXXIX. 101. 1836. — M. B. A. August 1836. — L. J. 1837. 325.
— Krystallisation des Kochsalzes. L. J. 1840. 478.
— Untersuchung der auf den Orkney's gefallenen Hekla-Asche. M. B. A. 1845. 398—405. — L. J. 1846. 624.
— Ueber die essbare Erde aus Samarang auf Java. M. B. A. 1848. 220—225. — L. J. 1849. 875.
— Polarisirtes Licht für mikroskop. Auffassung des Organischen und Unorganischen. M. B. A. 1848. 238—247. — L. J. 1848. 577.
— Mikroskop. Bestandtheile der Schwarzerde (Tschernosem) in Russland. M. B. A. 1850. 268—272. — L. J. 1852. 344. 345.
— Natur und Entstehung des Grünsandes. M. B. A. 1854. 374—377. — L. J. 1854. 735.
— Mikroskop. Structur des Tuffes von Hermersdorf in Sachsen. M. B. A. 1857. 227—233. — L. J. 1859. 846.
— Ueber Kieselsand, welcher zur Bereitung des venetianischen Glases dient. Z. D. G. XI. 20. 1859.
Fleuriau de Bellevue. Mém. sur les cristaux microscopiques des laves. Journ. de phys. LI. 459. 1800.

Fischer, H. Chronologischer Ueberblick über die allmälige Einführung der Mikroskopie in das Studium der Mineralogie, Petrographie und Paläontologie. Freiburg i. B. 1868.

— Eigenthümliches Maschengewebe in Granit. L. J. 1868. 722.

— Resultate mikroskop.-mineralog. Studien. L. J. 1869. 344.

— Kritische mikroskop.-mineralog. Studien. Freiburg i. B. 1869.

— Kritische mikroskop.-mineralog. Studien. 1te Forts. Freiburg i. B. 1871.

Fischer-Benzon, R. von. Mikroskop. Untersuchung silurischer Gesteine. L. J. 1869. 853.

— Mikroskop. Untersuchung silurischer Gesteine. Abhdl. d. naturw. Ver. in Hamburg. V. 31. 1870. — L. J. 1870. 1015.

Forbes, Dav. The microscope in geology. Popul. Science Review. Oct. 1867. — L. J. 1868. 625.

Frankenheim, M. L. Ueber Aggregatzustände. P. A. XXXIX. 376. 1836.

— Ueber die Ausbildung der Krystalle. P. A. XCV. 347. 1855.

— Ueber das Entstehen und das Wachsen der Krystalle nach mikroskop. Beobachtungen. P. A. CXI. 1. 1860.

— Die Gruppirung der Moleküle in den Krystallen. P. A. CXXXII. 632. 1867.

Fuchs, C. W C. Die Laven des Vesuv. L. J. 1866. 667; — 1869. 42; — 1869. 169.

— Die alten Sedimentformationen und ihre Metamorphose in den französischen Pyrenäen. L. J. 1870. 719 und 1870. 851.

— Die Veränderungen in der flüssigen und erstarrenden Lava. T. M. M. 1871. II. — L. J. 1872. 540.

— Die Insel Ischia. T. M. M. 1872. IV.

Gautieri, J. Untersuchungen über die Entstehung, Bildung und den Bau des Chalcedons etc., insbesondere des Chalcedons von Tresstya in Siebenbürgen. Jena 1800.

Gergens. Einschlüsse in Chalcedon. L. J. 1856. 22.

— Einschlüsse in Chalcedon. L. J. 1858. 800.

Gerhard, C. A. Sur la pierre changeante. Nouv. Mém. de l'Acad. Royale des sc. et des belles lettres. Berlin 1776. 166.

— Dendriten in Chalcedon und Achat. Schriften d. Ges. naturf. Freunde in Berlin. V. 1784.

— Ueber die in Krystallen und Krystallmassen eingeschlossenen fremden Körper. Abhdl. d. Berl. Akad. 1814. 1—11.

Gerhard, D. Ueber lamellare Verwachsung zweier Feldspath-Species. Z. D. G XIV. 151. 1862.

Girard. Ueber die Melaphyre von Ilfeld am Harz. L. J. 1858. 145.

Göppert. Mikrostructur des Diamant. Schles. Ges. f. vat. Cult. Nro. 15. 1853. — L. J. 1854. 342; — 1855. 571. — P. A. XCII. 623. 1853.

Grailich, J. Bestimmung der Zwillinge in prismatischen Krystallen mit Hülfe des polarisirten Lichtes. S. W. A. X. 1853. Februar.

— Untersuchungen über den ein- und zweiaxigen Glimmer S. W. A. XI. 1853. Juni.

— Krystallographisch-optische Untersuchungen. Wien und Olmütz 1858.

Grailich, J. und Lang, Vict. von. Untersuchungen über die physikalischen Verhältnisse krystallisirter Körper. S. W. A. XXVII. 1. 1858.

Groth, Paul. Ueber Apparate und Beobachtungsmethoden für krystallographisch-optische Untersuchungen. P. A. CXLIV. 34. 1871.

Grüel, C. A. Ueber künstliche Erzeugung des Asterismus. P. A. CXX. 511. 1863.
Gümbel, C. W. Tiefseeschlammproben. L. J. 1870. 753.
Hagge, R. Mikroskop. Untersuchungen über Gabbro und verwandte Gesteine. Kiel. 1871. — L. J. 1871. 946.
Haidinger, W. Handbuch der bestimmenden Mineralogie. Wien 1845.
— Ueber den metallischen Schimmer des Hypersthens. P. A. LXXVI. 294. 1849.
— Zusammensetzung der Körperfarben und Oberflächenfarben. S. W. A. VIII. 1852. Januar.
— Ueber den Pleochroismus und die Krystallstructur des Amethystes. S. W. A. XII. 1854. März.
— Pleochroismus einiger Augite und Amphibole. S. W. A. XII. 1854. Mai.
— Pleochroismus an mehreren einaxigen Krystallen in neuerer Zeit beobachtet. S. W. A. XIII. 1854. Juni.
— Vergleichung von Augit und Amphibol nach den Hauptzügen ihrer krystallographischen und optischen Eigenschaften. S. W. A. XVII. 1855. Oktober.
Harting. De Bodem onder Amsterlam onderzocht en beschrewen. Amsterdam 1852. — L. J. 1853. 376.
— Description d'un Diamant remarquable. Verhand. d. kon. Akad. van Wetensch. VI. 1858. Amsterdam.
Hauenschild. P. Mikroskop. Untersuchung von Pencatit und Predazzit. S. W. A. 1869. — L. J. 1870. 233.
Haushofer, K. Ueber Asterismus und die Brewster'schen Lichtfiguren. München 1865.
— Mikrostructur von Steinkohle und Braunkohle. L. J. 1871. 396.
Hausmann. J. Fr. L. Handbuch der Mineralogie. 2te Aufl. Göttingen 1828 bis 1847. 2 Thle. in 3 Bdn.
Hessel, J. Fr. Ch. Ueber den Farbenwandel des Labrador und Schillerspath. Kastner's Archiv f. d. ges. Naturlehre. X. 273. 1827.
— Ueber den Farbenwandel des Labrador. P. A. LXXIX. 442. 1850.
Heusser. J. Ch. Untersuchungen über die Brechung des farbigen Lichtes in einigen krystallinischen Medien. P. A. LXXXVII. 454. 1852.
— Ueber die Dispersion der Elasticitätsaxen in 2+1gliedrigen Krystallen. P. A. XCI. 497. 1854.
Höfer, H. Die Melaphyre der niedern Tatra in Ungarn. L. J. 1871. 113.
Hugard. Dolomit vom Binnenthal. Comptes Rend. XLVII. 1261—1264. 1858. — L. J. 1858. 591.
Hutton. Mikroskop. Untersuchung der Steinkohle. L. J. 1833. 622.
Inostranzeff, A. von. Untersuchungen von Kalksteinen und Dolomiten als Beitrag zur Kenntniss des Metamorphismus. T. M. M. 1872. I. — L. J. 1872. 973.
— Ueber die Mikrostructur der Vesuvlaven vom September 1871, März und April 1872. T. M. M. 1872. II. — L. J. 1872. 883.
Jenzsch, G. Mikroskop. und chemisch-analytische Untersuchung des bisher für Melaphyr gehaltenen Gesteins vom Hockenberge bei Neurode. P. A. XCV. 418. 1855. — L. J. 1857. 435.
— Beiträge zur Kenntniss einiger Phonolithe des böhmischen Mittelgebirges. Z. D. G. VIII. 167. 1856. — L. J. 1857. 445.
— Mikrostructur des Pechsteins von Meissen. L. J. 1857. 184. (Der Original-Aufsatz ist hier falsch angegeben; doch konnte ich nicht ermitteln, wo er steht.)

Jenzsch, G. Ueber die Structur der Turmalinkrystalle etc. Jahrb. d. k. Akad. der gemeinnütz. Wissensch. z. Erfurt 1861. 1—21. — L. J. 1862. 188—194.
— Ueber die felsitischen Gemengtheile der rothen und der jüngeren grauen Gneisse. Berg- und Hüttenmännische Ztg. 1864.
— Ueber den Granat als wesentlichen Gemengtheil des Gneisses etc. L. J. 1867. 165—170.
Jeremejeff, P. von. Ueber russische Andalusite. Verhdl. d. K. Ges. für die ges. Mineral. St. Petersburg. 1864. 135—147. — L. J. 1866. 724.
— Mikrosk. Diamanteinschlüsse im Xanthophyllit der Schischimski'schen Berge des Urals. L. J. 1871. 275 und 595.
— Der Uralit-Syenit. L. J. 1872. 404.
Kayser, Em. Ueber die Contactmetamorphose der körnigen Diabase im Harz. Z. D. G. XXII. 103. 1870.
Keibel, P. A. H. De saxis viridibus Hercyniae. 1857. — Z. D. G. IX. 1857. 569.
Kenngott, A. Uebersicht der mineralogischen Forschungen in den Jahren 1844 bis 1865. Wien und Leipzig 1852—1868.
— Einschlüsse in Quarz und Apatit. S. W. A. IX. 1852. 402—414 und 607.
— Mineralogische Notizen. S. W. A. X. 1853. 179; 182; 290.
— Ueber die rothe Farbe des Stilbits aus dem Fassa-Thale. Schriften der naturf. Ges. Zürich. IV. 397. — L. J. 1861. 581.
— Einschlüsse in Perthit. Uebersicht für 1861. 71.
— Dünnschliff einer Meteorsteinprobe von Knyahinya. S. W. A. 1869. 91. — L. J. 1869. 866.
— Beobachtungen an Dünnschliffen eines kaukasischen Obsidians. St. Petersburg 1869.
— Weitere Mittheilungen über den kaukasischen Obsidian. St. Petersburg 1870. — L. J. 1870. 481; 645; 899.
— Adular von der Fibia. Züricher Vierteljahrschr. XV. 82. — L. J. 1870. 781.
— Agalmatolith aus China. Ibidem 184. — L. J. 1870. 782.
— Ueber einen Obsidian vom Hekla auf Island. L. J. 1870. 529.
— Ueber Nephrit (Punamú) aus Neu-Seeland. Züricher Vierteljahrschr. XV. 372 bis 377. — L. J. 1871. 293.
— Ueber Miloschin. Züricher Vierteljahrschr. XVII. 66. — L. J. 1872. 951.
King, W. und Rowney, T. H. Ueber das geolog. Alter und die mikroskop. Structur des serpentinhaltigen Marmors oder Ophits von Skye. etc. R. Irish. Ac. Proc. ser. II. vol. I. 22. — L. J. 1871. 888.
Knop, A. Ueber merkwürdige Erscheinungen an Ganggestein bei Auerbach. L. J. 1858. 33.
— Beiträge zur Kenntniss der Steinkohlenformation und des Rothliegenden im Erzgebirgischen Bassin. L. J. 1859. 532.
— Der Nephelindolerit von Meiches. L. J. 1865. 674.
— Molekularconstitution und Wachsthum der Krystalle. Leipzig 1867.
— Ueber die Bedeutung der für Diamant gehaltenen Einschlüsse im Xanthophyllit der Schischimski'schen Berge des Urals. — L. J. 1872. 785.
— Studien über Stoffwandlungen im Mineralreich, besonders in Kalk- und Amphiboloid-Gesteinen. Leipzig 1873.
Kobell, Fr. von. Optisch-krystallographische Beobachtungen und über ein neues Polariskop, Stauroskop. P. A. XCV. 320. 1855.

Kobell, Fr. von. Ueber Asterismus und die Brewster'schen Lichtfiguren. Sitzber. d. Münch. Akad. 1862.
— Geschichte der Mineralogie. München 1864.
— Ueber das Verhalten des Disthens im Stauroskop und die dabei zu beobachtenden nicht drehbaren Kreuze. P. A. CXXXVI. 156. 1869.

Kokscharow, N. von. Olivin aus dem Pallas-Eisen. Mém. de l'Acad. Imp. des sciences à St. Petersburg. XV. — L. J. 1870. 778.

Kosmann, B. Ueber die Zusammensetzung einiger Laven und des Domites der Auvergne und des Trachytes von Voissières. Z. D. G. XVI. 644. 1864. — L. J. 1865. 485 und 622.
— Ueber das Schillern und den Dichroismus des Hypersthens. Sitzber. d. niederrhein. Ges. f. Natur- und Heilkunde zu Bonn. 3. Februar 1869. — L. J. 1869. 368.
— Ueber das Schillern und den Dichroismus des Hypersthens. L. J. 1869. 532.
— Geognostische Beschreibung des Spiemont bei St. Wendel. Verhdl. des naturw. Ver. d. preuss. Rheinlande u. Westphalens. XXV. 239—298. — L. J. 1869. 374.
— Einschlüsse in Hypersthen. L. J. 1871. 501.

Kreischer. Mikrostructur des Pegmatolith von Arendal. L. J. 1869. 208.

Kreutz, Fel. Mikrosk. Untersuchung der Vesuv-Laven von 1868. S. W. A. LIX. 1869. Februar.

Lang, Victor von. Untersuchungen über die physikal. Verhältnisse krystallisirter Körper. S. W. A. XXXI. 85. 1858.

Lasaulx, A. von. Petrographische Studien an den vulkan. Gesteinen der Auvergne. L. J. 1869. 641; 1870. 693; 1871. 673; 1872. 71. 281. 337.
— Kaliglimmer in Eruptivgesteinen. L. J. 1869. 842.
— Beiträge zur Mikromineralogie. P. A. CXLIV. 142. 1871 — L. J. 1872. 320.
— Vesuvlava vom Jahre 1872. L. J. 1872. 408.
— Beiträge zur Mikromineralogie. P. A. CXLVII. 1872. — L. J. 1872. 821.
— Ueber Staurolith. T. M. M. 1872. III. — L. J. 1872. 946.

Laspeyres, Hugo. Beitrag zur Kenntniss der Porphyre und petrographische Beschreibung der quarzführenden Porphyre in der Umgegend von Halle a. d. S. Z. D. G. XVI. 367. 1864. — L. J. 1865. 331.

Lea, Isaac. Aventurisirende Feldspathe. Proceed. of the Acad. of nat. science of Philad. Nro. 2. 1866. pg. 110—113.

Ledermüller, M. F. Mikroskopische Gemüths- und Augenergötzungen. Baireuth 1761.
— Physikalisch-mikroskop. Beschreibung eines besonderen phosphorescirenden und faserichten Steines. Nürnberg 1764.
— Physikalisch-mikroskop. Abhandlung von Asbest, Amianth und Erdflachs u. s w. Nürnberg 1775.

Leeuwenhoek, Ant. van. On the figures of salts. Philos. Transactions. London 1685.
— On the solution of silver. Ibidem 1705.
— On the figure of crystals. Ibid. 1705.
— Configuration of Diamond. Ibid. 1709.
— De particulis et structura adamantum. Ibid. 1709.

Lemberg, J. Ueber einige Umwandlungen finnländischer Feldspathe. Z. D. G. XXII. 335. 1870.

Leydolt, F. Aetzversuche an Kieselsäure-Mineralien. Jahrb. d. geol. Reichsanstalt. 1851. Heft II. 124—132.
— Ueber die Krystallbildung im gewöhnlichen Glase und in den verschiedenen Glasflüssen. S. W. A. VIII. 261. 1852.
— Krystalle in Glas. Comptes Rendus. XXXI. 565. — L. J. 1853. 180.
— Aetzversuche etc. Jahrb. der geolog. Reichsanstalt. 1854. 889.
— Aetzversuche etc. S. W. A. XV. 1855. November.
— Ueber Hohlräume in Kryolith, Anhydrit, Vesuvian und Baryt. L'Institut XXIII. 357. 1855.
— Aetzversuche an Glimmern. Jahrb. d. geolog. Reichsanstalt. 1856. 411.
— Aetzversuche an Aragonit. S. W. A. XIX. 10—32. 1856.
Liebe, Th Die Diabase des Voigtlandes und Frankenwaldes. L. J. 1870. 1.
Link, H. F. Ueber den Ursprung der Steinkohle und Braunkohle nach mikroskop. Unters. Abhdl. d. Berl. Akad. 1838. 33—34.
— Ueber Krystallbildung unter dem Mikroskope. P. A. XLVI. 258. 1839. — L. J. 1840. 234.
— Ueber die Erscheinungen beim Gefrieren des Wassers unter dem Mikroskope. P. A. LXIV. 479. 1845.
List, K. Die Taunusschiefer. Jahrb. d. Ver. f. Naturk. im Herz. Nassau. Heft VIII. 128. 1852.
Lossen, C. Geognostische Beschreibung der linksrhein. Fortsetzung des Taunus u. s. w. Z. D. G. XIX. 509. 1867.
— Metamorphische Schichten aus der paläozoischen Schichtenfolge des Ostharzes. Z. D. G. XXI. 281. 1869.
Marbach. Ueber die optischen Eigenschaften einiger Krystalle des regulären Systems. P. A. XCIV. 425. 1855.
Marsigli, L. F. Conte. Dissertazione epistolare del Fosforo minerale ossia della pietra illuminabile Bolognese. Acta eruditor. Lipsiae 1698.
Marx, C. M. Geschichte der Krystallkunde. Carlsruhe und Baden 1825.
Miller, W. H. Lehrbuch der Krystallographie, übers. und erweitert von J. Grailich. Wien 1856.
Möhl, H. Der Bühl bei Weimar in der Nähe von Kassel. IX. Ber. d. Offenb. Ver. f. Naturk. Jahr?
— Die Gesteine der Sababurg in Hessen. Kassel 1871 (?). — L. J. 1871. 885.
— Hauynbasalte in Hessen. L. J. 1872. 77.
Müller, Joh. Künstliche Nachbildung von Zwillingskrystallen, welche ohne vorläufige Polarisation epoptische Figuren zeigen etc. P. A. XLI. 110. 1837.
+ — Lehrbuch der Physik. Braunschweig 1864. 6te Auflage.
Müller, K. und Southby, A. Ueber Einschlüsse in Achat. L. J. 1843. 800.
Naumann, C. Fr. Elemente der Mineralogie. 8. Auflage. Leipzig 1871.
Nicol, W. Beobachtungen über die in krystallisirten Mineralien enthaltenen Flüssigkeiten. Edinb. new. phil. Journal V. 94. 1828. — P. A. XIII. 510. 1828. — L. J. 1829. 438.
— Ueber die Höhlungen mit Flüssigkeiten in Steinsalz. — Edinb. new. phil. Journ. VII. 111. 1829. — P. A. XVIII. 606. 1830. — L. J. 1831. 362.
Niedzwiedzki, J. Gesteine von Aden. S. W. A. LXIII. April 1871.
— Beobachtungen an Löllingit, Granat, Chlorit. T. M. M. III. 1872. — L. J. 1872. 949.
— Andesit von St. Egidi in Steiermark. T. M. M. IV. 1872.

Nordenskiöld, N. Untersuchungen einiger neuer Phänomene beim Farbenspiel des Labrador. P. A. XIX. 179. 1830. — L. J. 1831. 192.

— Ueber die Pigmente in Lazursteinen aus der Bucharei und vom Baikalsee. L. J. 1858. 688.

Oschatz. Mikroskopische Präparate. Z. D G. VI. 261. 1854.

— Mikrostructur des Marmor. Z. D. G. VII. 5. 1855. — L. J. 1856. 50.

— Mikrostructur des Carnallit. Z. D. G. VIII. 308; Kryolith 314; sonstige Schliffe 534. 1856. — L. J. 1857. 620.

Perty. Die Anwendung des Mikroskopes auf die Erkenntniss der Mineralstructur Mittheil. d. naturf. Ges. in Bern aus dem Jahre 1868. 25—37. Bern 1869.

Peters und Maly. Staurolith von St. Radegund. S. W. A. LVII. 15. — L. J. 1868. 846.

Petersen, Th. Ueber den Basalt und Hydrotachylyt von Rossdorf bei Darmstadt. L. J. 1869. 32.

— Untersuchungen über die Grünsteine. L. J. 1872. 573.

Petzoldt, Alex. Beiträge zur Naturgeschichte der Diamanten. 1842.

Pfaff, Fr. Ueber die Messung der ebenen Krystallwinkel und deren Verwerthung für die Ableitung der Flächen. P. A. CII. 457. 1857.

— Ueber den Einfluss der Temperatur auf Doppelbrechung. P. A. CXXIII. 179. 1864.

— Ueber eine eigenthümliche Structur der Berylle und die angeblich optisch zweiaxigen Krystalle des quadratischen und hexagonalen Systems. P. A. CXXIV. 448. 1865.

— Ueber den Gehalt der Gesteine an mechanisch eingeschlossenem Wasser und Kochsalz. P. A. CXLIII. 610. 1871.

Phillips, John. Mikroskop. Zusammensetzung der Gesteine Yorks. Report of the geol. Soc. of the West Riding of Yorkshire. 1847.

Quatrefages. Ueber die Structur der bituminösen, in Feuer detonirenden Kalksteine von Dourgnes. A. M. 603—612. 1842.

Quenstedt, F. Aug. Handbuch der Mineralogie. 2te Aufl. Tübingen 1863.

Rath, Gerhard vom. Skizzen aus dem vulkanischen Gebiet des Niederrheins. Z. D. G. XII. 29. 1860.

— Ein Beitrag zur Kenntniss der Trachyte des Siebengebirges. Bonn 1861.

— Skizzen aus dem vulkanischen Gebiet des Niederrheins. 1te Fortsetzung. Z. D. G. XIV. 655. 1862.

— Dasselbe. 2te Fortsetzung. Z. D. G. XVI. 73. 1864.

— Beiträge zur Kenntniss der eruptiven Gesteine der Alpen. Z. D. G XVI. 294. 1864.

— Geognostische Mittheilungen über die Euganäischen Berge bei Padua. Z. D. G. XVI. 461. 1864.

— Ein Besuch Radicofanis und des Monte Amiata. Z. D. G. XVII. 399. 1865.

— Mineralogisch-geognostische Fragmente aus Italien. D. D. G. XVII. 487. 1865.

— Dasselbe. 1te Fortsetzung. Z. D. G. XX. 265. 1868.

— Dasselbe. 2te Fortsetzung. Z. D. G. XXII. 591. 1870.

— Ueber den Meteoriten aus Ibbenbühren. M. B. A. 1872. Januar.

— Ueber das Krystallsystem des Leucit. M. B. A. 1872. August.

Reusch, E. Ueber das Schillern gewisser Krystalle. P. A. CXVI. 392. 1862; CXVIII. 256. 1863; CXX. 95. 1863.

— Ueber den Agat. P. A. CXXIII. 94. 1864.

Reusch, E. Ueber einen Hydrophan von Czerwenitza. P. A. CXXIV. 431 und 643. 1865.
— Ueber eine besondere Gattung von Durchgängen in Steinsalz und Kalkspath. P. A. CXXXII. 441. 1867.
— Ueber die sogenannte Lamellarpolarisation des Alauns. P. A. CXXXII. 618. 1867.
— Ueber die Körnerprobe am zweiaxigen Glimmer. P. A. CXXXVI. 130 und 632. 1869.
— Die Körnerprobe am krystallisirten Gyps. P. A. CXXXVI. 135. 1869.
— Untersuchungen über Glimmercombinationen. P. A. CXXXVIII. 628. 1869.
Richthofen, F. von. De Melaphyro. Diss. inaug. Berol. 1856. — Z. D. G. VIII. 589. 1856.
— Bemerkungen über die Trennung von Melaphyr und Augitporphyr. S. W. A. XXXIV. 367. 1859.
Rose, Gust. Reise nach dem Ural. Berlin 1842.
— Ueber die heteromorphen Zustände der kohlensauren Kalkerde. Z. D. G. X. 191 1858.
— Bemerkungen über die Melaphyr genannten Gesteine von Ilfeld am Harz. Z. D. G. XI. 280. 1859.
— Ueber die Umstände, unter denen der kohlensaure Kalk sich in seinen drei heteromorphen Zuständen, als Kalkspath, Aragonit und Kreide abscheidet. P. A. CXI. 156. 1860.
— Ueber die Schmelzung des kohlensauren Kalkes und Darstellung künstlichen Marmors. P. A. CXVIII. 565. 1863.
— Ueber den Asterismus der Krystalle. M. B. A. 1862. October. — L. J. 1863. 91.
— Ueber Krystallisationen in Löthrohrperlen. M. B. A. 1867. März (pg. 129) und Juli (pg. 451). — Erdmann's Journal. CI. 1867. 217—235.
— Ueber die Gabbro-Formation von Neurode in Schlesien. Z. D. G. XIX. 270. 1867.
— Ueber die regelmässigen Verwachsungen der verschiedenen Glimmerarten unter einander, sowie mit Pennin und Eisenglanz. M. B. A. 1869. April. — P. A. CXXXVIII. 177. 1869.
— Ueber Darstellung krystallisirter Kieselsäure auf trocknem Wege. M. B. A. 1869. Juni.
— Ueber ein Vorkommen von Zirkon im Hypersthenit des Radauthals. Z. D. G. XXII. 754. 1870.
— Ueber ein grosses Granitgeschiebe aus Pommern. Z. D. G. XXIV. 419. 1872. — L. J. 1872. 960.
Rosenbusch, H. Der Nephelinit vom Katzenbuckel. Freiburg i. B. 1869. — L. J. 1869. 485.
— Mineralogische und geognostische Notizen von einer Reise nach Süd-Brasilien. Freiburg i. B. 1870.
— Mikrochemische Versuche an Dünnschliffen. L. J. 1871. 914.
— Ueber einige vulkanische Gesteine von Java. Ber. über die Verhdl. der naturf. Ges. zu Freiburg i. B. VI. 1. 77. 1873. — L. J. 1872. 953.
— Petrographische Studien an den Gesteinen des Kaiserstuhls. — L. J. 1872. 35 und 135.
— Der Hydrotachylyt vom Rossberge. L. J. 1872. 614.
Sandberger, Fridol. Nephelinit vom Katzenbuckel. L. J. 1869. 337.
— Basalte und Dolerite. L. J. 1870. 205.

Sandberger, Fridol. Apatit in Olivinfels; — Tachylyt vom Säsebühl. L. J. 1871. 621.

— Vorläufige Bemerkungen über den Buchonit, eine Felsart aus der Gruppe der Nephelingesteine. Münch. Akad. Wiss. 1872. Juli — L. J. 1872. 743.

Sartorius von Waltershausen. Vulkanische Gesteine von Sicilien und Island. Göttingen 1853.

Scheerer, Th. Untersuchung des Sonnensteins von Twedestrand. P. A. LXIV. 153. 1845. — L. J. 1845. 832.

— Mikroskop. Untersuchung verschiedener Mineralien. P. A. LXIV. 162. 1845. — L. J. 1845. 835.

Schilling, O. Grünsteine des Harzes. Inaug.-Diss. Göttingen. — L. J. 1870. 633.

Schrauf, A. Lehrbuch der angewandten Physik der Krystalle; 2ter Theil des Lehrbuchs der physikalischen Mineralogie. Wien 1868.

— Studien an der Mineralspecies Labradorit. S. W. A. LX. Dec. 1869. — L. J. 1870. 356.

Schultze, Max. Structur und optische Eigenschaften des Hyalit. Verhdl. d. naturhist. Ver. der preuss. Rheinlande u. Westphalens. 1861. 69. — L. J. 1861. 583.

Sénarmont, H. de. Versuche über die künstliche Erzeugung von Polychroismus in krystallisirten Substanzen. Comptes Rend. XXXVIII. 101. — P. A. XCI. 491. 1854.

Senff, J. Der finnländische Labrador. P. A. XVII. 352. 1829. — L. J. 1830. 313.

Senfter, R. Zur Kenntniss des Diabases. L. J. 1872. 673.

Simmler, R. Th. Versuch zur Interpretation der von Brewster im Jahre 1826 in krystallisirten Mineralien entdeckten, sehr expansiblen Flüssigkeiten. P. A. CV. 460. 1858.

— Ueber das Problem der Diamantbildung. P. A. CV. 466. 1858.

Söchting. Ueber den Einschluss von Flüssigkeiten in Mineralien. Ztschr. f. d. ges. Naturw. XIII. XIV. 417—442. 1859.

Sohncke. Die Gruppirung der Moleküle in den Krystallen. P. A. CXXXII. 75. 1867.

Sorby, H. Clifton. On the microscopical structure of the calcareous grit of Yorkshire. Quart. Journ. of the geolog. soc. VII. 1 1851.

— On the origin of slaty cleavage. Edinb. new. phil. Journ. V. 137. 1853.

— Ueber tertiäre Mergel und Kalksteine. Quarterly Journ. of the geolog. Soc. IX. 344. 1853.

— Ueber die Metamorphose des Kalkes zu Dolomit. Edinb. new. phil. Journ. IV. 388. 1856. — L. J. 1857. 89.

— Mikroskop. Structur des Glimmerschiefers. Edinb. new. phil. Journ. IV. 339. 1856. — L. J. 1857. 89.

— On the microscopical structure of crystals, indicating the origin of minerals and rocks. Quart. Journ. of the geolog. Soc. XIV. 453. Nov. 1858. — L. J. 1860. 86.

— Ueber Anordnung der Mineralien in Feuergesteinen. Edinb. new. phil. Journ. IX. 150. 1859. — L. J. 1860. 85.

— Anwendung des Mikroskops. L. J. 1861. 769.

— On the organic origin of the so-called crystalloids of the chalk. Ann. of nat. hist. 3 series. VIII. 52. 1861.

Sorby, H. Clifton. On the microscopical structure of Mount Sorrel Syenite, artificially fused and cooled slowly. Geol. and polytech. Soc. of the West Riding of Yorkshire. May 28. 1863.

— On the microscopical structure of meteorites. Proceed. Roy. Soc. June 16. 1864. London.

— On a definite method of qualitative analysis of animal and vegetable colouring matters by means of the Spectrum microscope. Proceed. Roy. Soc. Nro. 92. 1867.

Sorby, H. Clifton and Butler, P. J. On the structure of Rubies, Sapphires, Diamonds and some other minerals. Proceed. Roy. Soc. Nro. 109. 1869. London.

Splitgerber, D. Ueber Entglasung. P. A LXXVI. 566. 1849.

— Ueber die im Glase befindlichen, entglasten Körper und die durch dieselben hervorgerufenen optischen Erscheinungen. P. A. LXXXV. 408. 1852.

Stelzner, A. Gesteine von Cap Verde. Berg- und Hüttenmänn. Ztg. XXVI. 47. — L. J. 1867. 367.

— Mikrostructur des Labradorites und Pegmatolithes. Berg- und Hüttenmänn. Ztg. XXIX. 150. — L. J. 1870. 784.

— Porphyre aus dem Altaï. Berg- und Hüttenmänn. Ztg. XXIX. — L. J. 1870. 634.

— Petrographische Bemerkungen über die Gesteine des Altaï; — aus B. von Cotta, der Altaï u. s. w. Leipzig 1871. — L. J. 1871. 182.

Streng, A. Feldspathstudien. L. J. 1871. 598 und 715.

— Bemerkungen über die krystallinischen Gesteine des Saar-Nahe-Gebiets. L. J. 1872. 261 und 370.

Szabó. Trachyte und Rhyolithe der Umgebung von Tokay. Jahrb. d. geolog. Reichsanst. 1866. 89.

Thilorier. Liquefaction und Solidification der Kohlensäure. P. A. XXXVI. 141. 1835.

Tschermak, G. Ein Beitrag zur Bildungsgeschichte der Mandelsteine. S. W. A. XLVII. 1863.

— Chem.-mineral. Studien. I. Die Feldspathgruppe. S. W. A. L. 1864. December.

— Felsarten von ungewöhnlicher Zusammensetzung in den Umgebungen von Teschen und Neutitschein. S. W. A. LIII. 260. 1866. — L. J. 1866. 728.

— Quarzführende Plagioklasgesteine. S. W. A. LV. 287. 1867. — L. J. 1867. 615.

— Ueber Serpentinbildung. S W. A. LVI. 1867. Juli. — L. J. 1868. 215.

— Ueber die Verbreitung des Olivin in den Felsarten. S. W. A. LVI. 1867. Juli. — L. J. 1868. 88.

— Mikroskop. Unterscheidung der Mineralien aus der Augit-, Amphibol- und Biotit-Gruppe. S. W. A. LIX. 1869. Mai. — L. J. 1869. 752.

— Die Porphyr-Gesteine Oesterreichs aus der mittleren geologischen Epoche. Wien 1869. — L. J. 1869. 866.

— Der Meteorit von Lodran. P. A. CXL. 321. 1870.

— Ueber den Meteorstein von Goalpara. S. W. A. LXII. Dec. 1870. — L. J. 1871. 412.

— Ueber Pyroxen und Amphibol. T. M. M. 1871. I.

— Die Meteoriten von Stannern, Constantinopel, Shergotty und Gopalpur. T. M. M. 1872. II.

— Felsarten aus dem Kaukasus. T. M. M. 1872. II.

Tarnin. Mikroskopische Körper durchscheinender Kieselgesteine. L. J. 1837. 728.
— Ursache rother Färbung der Aenate. L. J. 1838. 695.
Toula, K. Ueber die Ergebnisse der mikroskop. Forschungen auf dem Gebiete der Mineralogie und Petrographie. Lotos. Jahrg. XXI. 1871. August. pg. 123.
— Tridymit als Einschluss in Bergkrystall. Lotos. Dec. 1872. — L. J. 1873. 190.
Vrzenor, F. von. Mikroskop. Untersuchung des Syenits von Blansko in Mähren. Vhdl. der geol. Reichsanst. 1870. Nro 17. 396. — L. J. 1871. 416.
Vogelsang, H. Kugeldiorit und Kugelporphyr auf Corsica. Niederrh. Ges. f. Natur- und Heilkunde Bonn. 6. August 1862. — L. J 1863. 102 und 207.
— Ueber die mikroskop. Structur der Schlacken und über die Beziehungen der Mikrostructur zur Genesis der krystallinischen Gesteine. P. A. CXXI. 101. 1864. — L. J. 1864. 494.
— Philosophie der Geologie und mikroskopische Gesteinsstudien. Bonn 1867.
— Sur le labradorite coloré de la côte du Labrador. Arch Néerland. II. 1868. — L. J. 1868. 480.
Vogelsang, H. und Geissler, H. Ueber die Natur der Flüssigkeitseinschlüsse in gewissen Mineralen. P. A. CXXXVII. 56. 1869. — L. J. 1869. 747.
Vogelsang. Nachtrag zu der Abhandlung: Ueber die Natur etc. P. A. CXXXVII. 257. 1869.
— Sur les cristallites. Arch. Néerland. V. 1870; VI. 1871; VII. 1872.
— Ueber Schwefelkrystalliten. P. A. CXLIII. 621. 1871.
Volger, O. Studien zur Entwicklungsgeschichte der Mineralien etc. Zürich 1854.
— Versuch einer Monographie des Boracites. Hannover 1855.
— Der Asterismus. S. W. A. XIX. 1856. Januar.
Wangenheim von Qualen. Beiträge zur Kenntniss der schwarzen Erde in Russland (Tschernosem). Bull d. l. soc. impér. d. nature d. Mosc. XXVI. 1—68, und XXVII. 446. 1854. — L. J. 1856. 74.
Websky, M. Ueber die Krystallstructur des Serpentin und einiger demselben zuzurechnenden Fossilien. Z. D. G. X. 277. 1858.
— Ueber Uranophan. Z. D. G. XI. 384. 1859.
— Ueber Diallag, Hypersthen und Anorthit im Gabbro von Neurode in Schlesien. Z. D. G. XVI. 530. 1864.
Wedding. De Vesuvii montis lavis. Diss. inaug. Berol. 1858. — Z. D. G. X. 375. 1858.
Weiss, Ch. E. Beobachtungen und Untersuchungen über den Schillerspath von Todtmoos. P. A. CXIX 1863. — L. J. 1863. 719.
— Beiträge zur Kenntniss der Feldspathbildung. Haarlem. 1866. — L. J. 1867. 217.
Weisse, J. T. Mikroskop. Untersuchung der Schwarzerde (Tschernosem) Russlands. Bull. d. l. soc. impér. d. nat. d. Mosc. XXVIII. 452. 1855. — L. J. 1857. 473.
Witham, H. (of Lartington). Observations on fossil vegetables. Edinb. and Lond. 1831. — L. J. 1833. 456.
Wunder, Gust. Ueber die Bildung von Krystallen in der Borax- und Phosphorsalzperle. Journ. prakt. Chemie. N. Folge. I. 452. 1870.
— Ueber den Isotrimorphismus der Zinnoxyde und der Titansäure und über die Krystallformen der Zirkonerde. Journ. prakt. Chemie. N. Folge I. 475; II. 206. 1870.

Wunder, Gust. Ueber die aus Glasflüssen krystallisirenden Zinn- und Titanverbindungen. Journ. prakt. Chem. N. Folge IV. 339. 1871.

Wyrouboff. Färbung der Flussspathe. Bull. d. l. soc. impér. d. nature. d. Moscou. XXXIX. 120. 1866 und XL. 228. — L. J. 1867. 474 und 1869. 235.

Zirkel, Ferd. Die trachytischen Gesteine der Eifel. Z. D. G. XI. 507. 1859. — L. J. 1861. 360.

— Mikroskopische Structur der Gesteine. P. A. CXIX. 288. 1863

— Mikroskopische Gesteinsstudien. S. W. A. XLVII. 226. 1863. — L. J. 1863. 615.

— Petrographische Untersuchungen über rhyolithische Gesteine der Taupo-Zone. Wien 1864. — L. J. 1864 632.

— Laven von Nea-Kaimeni. L. J. 1866. 769.

— Lehrbuch der Petrographie. Bonn 1866. — L. J. 1867. 109.

— Dünnschliffe ächter Basalte. L. J. 1867. 81.

— Ueber die mikroskopische Zusammensetzung der Phonolithe. P. A. CXXXI. 298. 1867. — L. J. 1868. 87.

— Beiträge zur geologischen Kenntniss der Pyrenäen. Z. D. G. XIX. 68. 1867. — L. J. 1867. 746.

— Mikroskopische Untersuchungen über die glasigen und halbglasigen Gesteine. Z. D. G. XIX. 737. 1867. — L. J. 1868. 486.

— Ueber die mikroskop. Structur der Leucite und die Zusammensetzung leucitführender Gesteine. Z. D. G. XX. 97. 1868. — L. J. 1868. 609.

— Ueber die Verbreitung mikroskopischer Nepheline. L. J. 1868. 697.

— Leucitgesteine im Erzgebirge. P. A. CXXXVI. 544. 1869. — L. J. 1869. 755.

— Ueber den mikroskopischen Tridymit. P. A. CXL. 492. 1870.

— Untersuchungen über die mikroskopische Zusammensetzung und Structur der Basaltgesteine. Bonn 1870. — L. J. 1870. 358.

— Mikromineralogische Mittheilungen. L. J. 1870. 801.

— Ueber den Bytownit. T. M. M. 1871. II. — L. J. 1872. 427.

— Ueber die mikroskopische Zusammensetzung von Thonschiefern und Dachschiefern. P. A. CXLIV. 319. 1871. — L. J. 1872. 321.

— Geologische Skizzen von der Westküste Schottlands. Z. D. G. XXIII. 1. 1871. — L. J. 1871. 295; 414.

— Mikromineralogische Mittheilungen. L. J. 1872. 1.

Namen-Register.

Seite

Achat 365
Adular 335
Aegirin 302
Akmit 301
Aktinolith 307
Alaun 72
Albit 353
Almandin 161
Amazonenstein 333
Amphibol 307
Amphibol-Anthophyllit 265
Amphodelit 364
Analcim 166
Anatas 188
Andalusit 244
Anthophyllit 263
Antigorit 374
Apatit 219
Apophyllit 207
Aspasiolith 274
Astrophyllit 281
Augit 288
„ schlackiger 134
Axinit 365

Bamlit 249
Baryt 37
Barytorthoklas 332
Bastit 261
Bergkrystall 36
Beryll 37. 43. 66
Bimsstein 123
Biotit 237
Bonsdorffit 274
Boracit 72
Bouteillenstein 123
Bronzit 252
Bucholzit 249
Bytownit 364

Calcit 216
Cancrinit 233

Seite

Chiastolith 246
Chlorit 240
Chlorophaeit 375
Chlorophyllit 274
Chromdiopsid 299
Chromit 159
Chrysolith 265
Chrysotil 373
Cordierit 270
Conseranit 199
Cyanit 345
Cymophan 37

Damourit 377
Delessit 374
Dermatin 374
Diaklasit 260
Diallag 303
Diamant 72
Dichroit 270
Didymit 377
Diopsid 300
Dipyr 200
Disthen 345

Eisenglanz 211
Eisenglimmer 211
Eisenkies 184
Ekebergit 188
Elaeolith 232
Enstatit 252
Epidot 335
Erlan 164
Esmarkit 274
Eudialyt 234
Eukolit 234

Fahlunit 274
Fayalit 269
Feldspath 328
„ labradorisirender . . . 333
„ trikliner 348
Felsitpechstein 130

	Seite
Fibrolith	249
Fleckschiefer	203
Fluorit	37
Fruchtschiefer	203
Gahnit	160
Garbenschiefer	203
Gedrit	264
Gesteinsgrundmasse, glasige	145
Gieseckit	231
Gigantolith	274
Glauberit	66
Glaukolith	188
Glaukophan	342
Glimmer	237. 276
Glinkit	269
Grammatit	309
Granat	161
Graphit	210
Grengesit	375
Grossular	164
Gyps	47. 66
Hämatit	211
Hauyn	172
Hedenbergit	300
Heulandit	342
Hornblende	309
Hyalit	149
Hyalomelan	133
Hyalosiderit	268
Hydrophit	373
Hydrotachylyt	139
Hypersthen	255
Ilmenit	214
Indianit	364
Iolith	270
Ittnerit	181
Jenkinsit	373
Kaliglimmer	276
Kalk, körniger	216
Kalkspath	216
Kaolin	374
Karinthin	313
Knotenschiefer	203
Kokkolith	300
Kryptolith	23
Kupholith	286
Labradorit	354
„ farbenwandelnder	362
Lasurstein	183
Latrobit	364
Lepidolith	280
Leucit	190
Liebenerit	231
Lithionglimmer	280
Magnesiaglimmer	237
Magnetit	155
Magnetkies	216
Malakolith	298
Malakon	189
Marekanit	123
Margarit	281
Margarodit	377
Marialith	197
Marmolith	373
Mejonit	196
Melanit	163
Melilith	204
Metaxit	372
Mikroklin	333
Mondstein	334
Monrolith	249
Murchisonit	334
Muscovit	276
Nakrit	374
Natrolith	285
Nephelin	228
Nephrit	378
Nosean	176
Nuttalit	187
Obsidian	118
Oligóklas	353
Olivin	265
Omphacit	297
Oosit	274
Opal	149
Ophit	370
Orthit	338
Orthoklas	328
„ schillernder	333
Ottrelith	341
Palagonit	141
Paragonit	376

	Seite		Seite
Paranthin	187	Senarmontit	72
Parasit	72	Sericit	377
Pargasit	312	Serpentin	370
Passauit	188	Sideromelan	144
Pechstein	127	Sillimanit	249
Pennin	241	Skapolith	197
Perlglimmer	281	Skolopsit	181
Perlit	124	Smaragd	37
„ von Monte Glosso	140	Smaragdit	315
Perlstein	124	Smirgel	215
Phlogopit	280	Sodalith	168
Pholerit	374	Sonnenstein	360
Physalith	285	Sordawalit	136
Picotit	159	Spessartin	163
Pikrolith	373	Sphaerolithe	121. 126
Pikrophyll	301	Sphen	338
Pikrosmin	374	Spilosit	204
Pinit	274	Spinell	159
Plagioklas	348	Staurolith	249
Pleonast	160	Steinsalz	37
Polyargit	364	Strahlstein	307
Porzellanspath	188		
Prehnit	286	Tachylyt	137
Protobastit	260	Talk	274
Pseudophit	253	Thermophyllit	374
Pyknit	285	Titaneisenerz	214
Pyrallolith	301	Titanit	338
Pyrargillit	274	Topas	282
Pyrit	184	Trachytpechstein	128
Pyrop	163	Tremolit	309
Pyrrholith	364	Trichite	25. 120
Pyrrhotin	216	Turmalin	234
		Turmalinschiefer	202
Quarz	221	Uralit	316
Retinalith	373	Vesuvian	66
Rosellan	364	Vorhauserit	373
Rutil	186	Wernerit	198
Saccharit	364	Wichtisit	136
Sanidin	318	Williamsit	374
Saussurit	356	Wörthit	249
Schörlschiefer	202	Xenolith	249
Schorlomit	165		
Schwefelkies	184	Zirkon	189
Schweitzerit	374	Zoisit	269

Berichtigungen.

Pag. 6 Zeile 13 v. o. lies: „drehende“ statt „drehenden“.
„ 11 „ 13 v. u. streiche: „im Allgemeinen“.
„ 13 „ 9 und 10 v. o. lies: „dem“ statt „den“.
„ 14 „ 4 v. o. lies: „nach“ statt „noch“.
„ 17 „ 1 v. u. nach „Kaiserstuhl“ ergänze „sowie an den Noseanen“.
„ 26 „ 8 und 22 v. o. lies: „Mikrolithe“ statt „Mikrolithen“.
„ 27 „ 3 v. u. lies: „parallelepipedische“ statt „parallelopipedische“.
„ 31 „ 1 v. o. lies: „schlauchähnliche“ statt „schlauchförmige“.
„ 31 „ 20 v. o. lies: „Flüssigkeitseinschlüsse“ statt „Füssigkeitseinschlüsse“
„ 34 „ 24 v. o. lies: „Gestalt“ statt „Gastalt“.
„ 45 „ 14 v. u. nach „müssen“ ergänze: „und hält die Einschlüsse des Granits von Johann-Georgenstadt, worin er die Krystalle beobachtete, für Glaseinschlüsse“.
„ 60 „ 16 v. u. lies: „denselben“ statt „demselben“.
„ 73 „ 8 v. u. lies: „manche“ statt „oft“.
„ 74 „ 2 v. o. l. „4P2]“ statt „4P2“.
„ 139 „ 19 v. o. lies: „Czernoschin“ statt „Czertochin“.
„ 237 „ 11 v. u. lies: „LX“ statt „LIX“; ebenso allenthalben, wo die genannte Arbeit Tschermak's citirt ist. Der Fehler rührt davon her, dass auf dem Umschlage und der ersten Seite des Separat-Abdrucks unbegreiflicherweise die obige falsche Zahl angegeben ist.
„ 287 „ 1 v. o. lies: **„Mineralien des klinorhombischen Krystallsystems“** statt **„Klinorhombisches System“.**
„ 295 „ 16 v. o. lies: „Tunaberg“ statt „Thunaberg“.
„ 391 „ nach Zeile 9 v. o. schalte ein: „E. Richter, das thüringische Schiefergebirge. Z. D. G. XXI. 341. 1869“.

Fig. 1.

Fig. 2

Fig. 3.

Fig. 4.

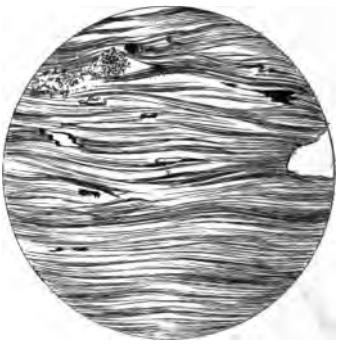


Fig 5

Fig. 6.

Lit. Anst. W. G. Bausch, Stuttgart.

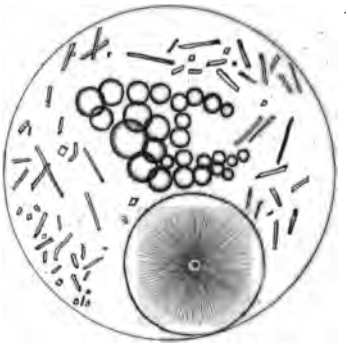


Fig. 7.

Fig. 8.

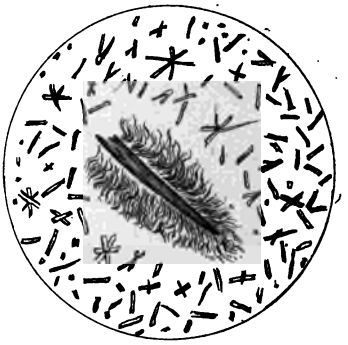


Fig. 9.

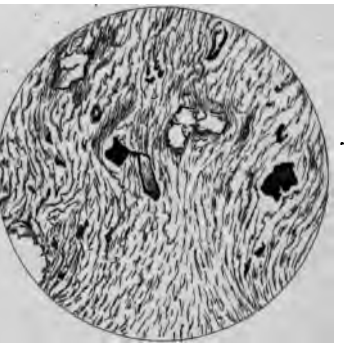


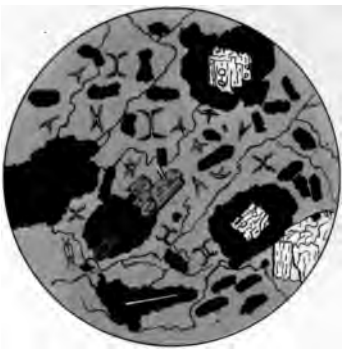
Fig. 10.

Fig. 11.

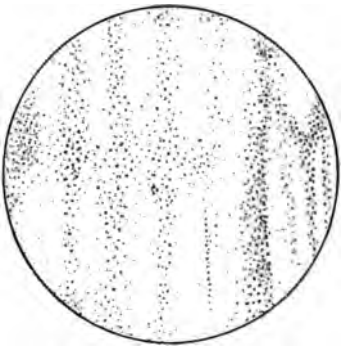
Fig. 12.

Lit. Anst. v. C. Belsch, Stuttgart

13.



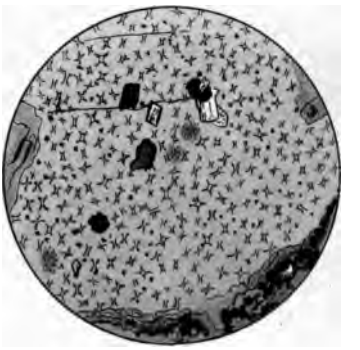
14.



15.

16.

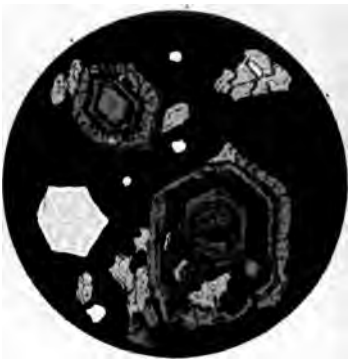
17.



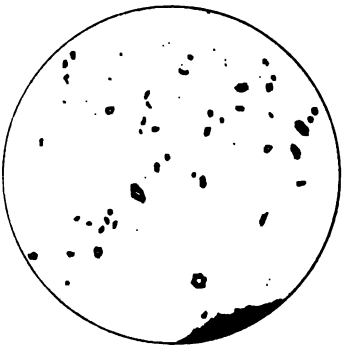
18.

Lith G Severeyns, Bruxelles.

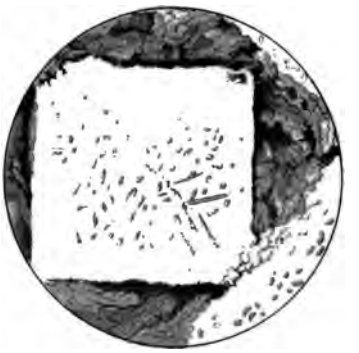
19.



20.



21.

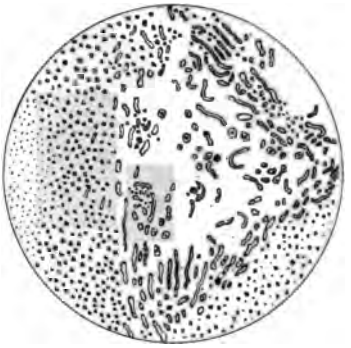


22.

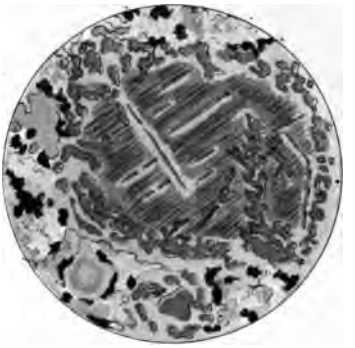
23.

24.

[illegible] Bruxelles.

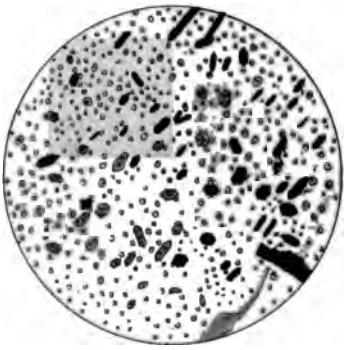


25.



26.

27.



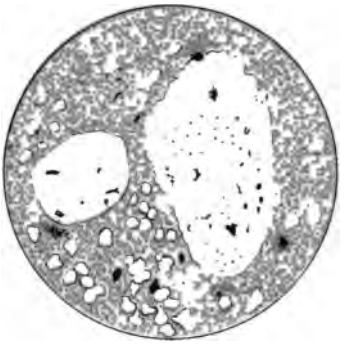
28.

29.

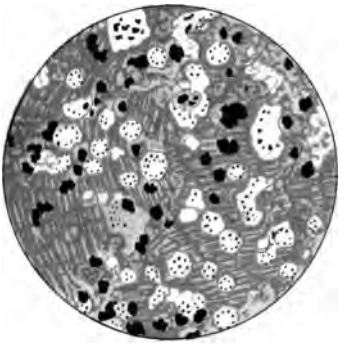
30

Lith G. Severeyns, Bruxelles.

31.



32.



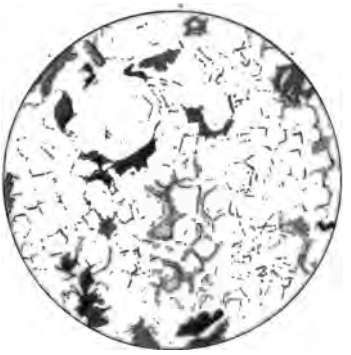
33.

34.

35.

36.

Lith G. Severeyns, Bruxelles.



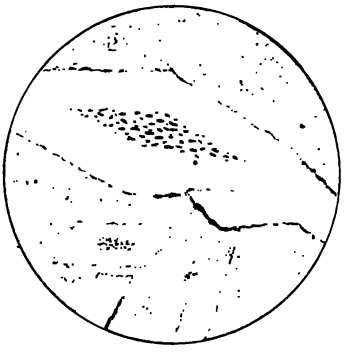
37.

38.

39.

40.

41.

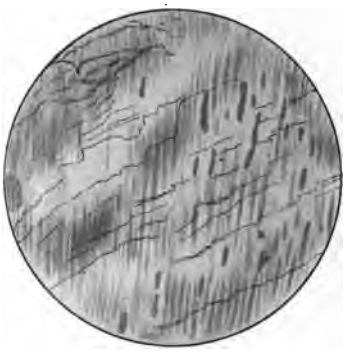


42.

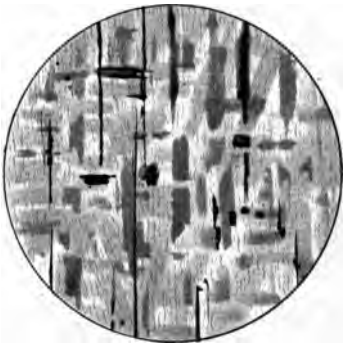
Lith. G. Severyns Bruxelles

43.

44.



45.



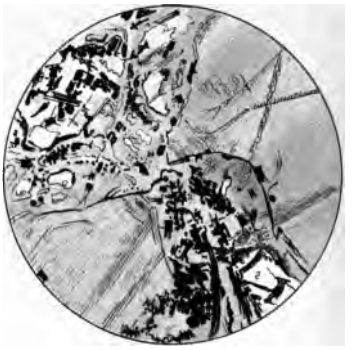
46.

47.

48.

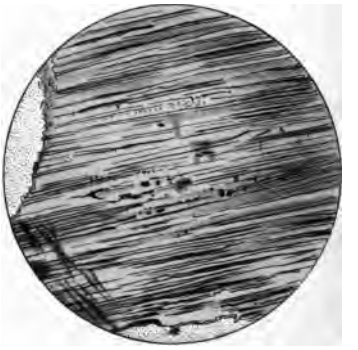
Lith. G. Severeyns, Bruxelles.

49.



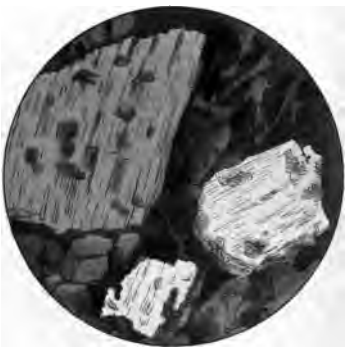
50.

51.

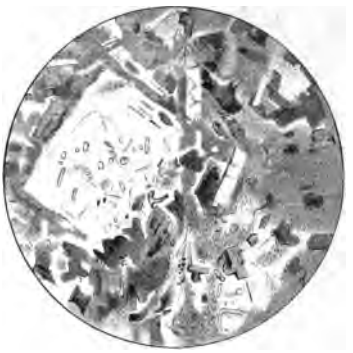


52

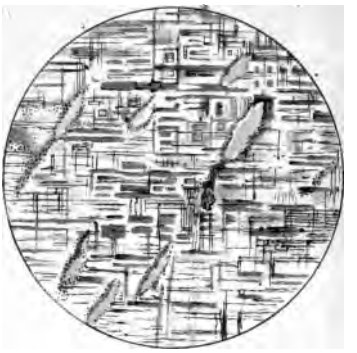
53



54

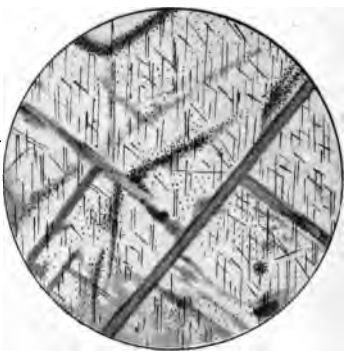


55



56

57

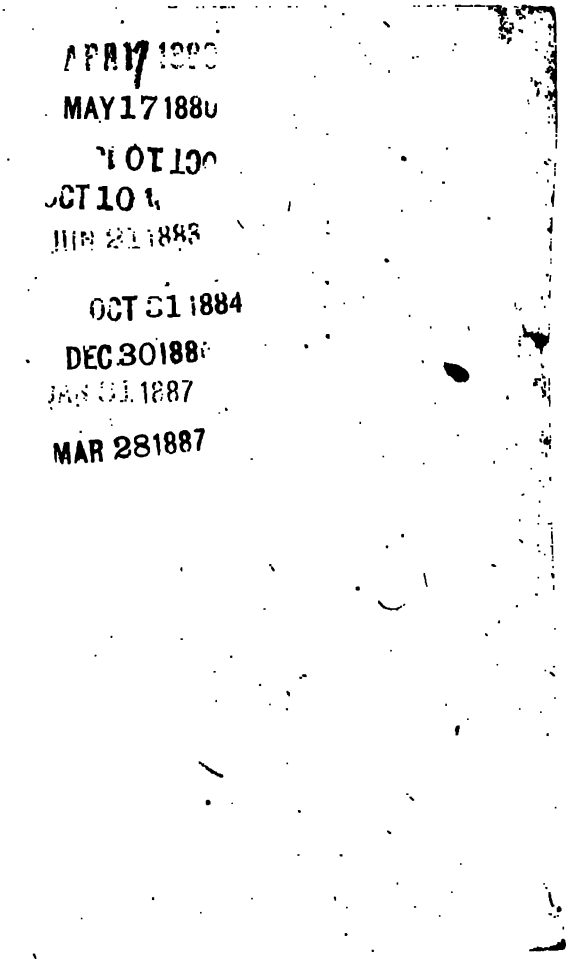


58

59.

60

Lith. G. Severeyns Bruxelles


MAY 17 1880
OCT 10
OCT 31 1884
DEC 30 1886
MAR 28 1887